

明 細 書

透かし情報埋め込み装置、透かし情報検出装置、透かし情報埋め込み方法、透かし情報検出方法、および印刷物

技術分野

[0001] 本発明は、電子透かし技術により画像に情報を埋め込む透かし情報埋め込み装置／方法と、電子透かし技術により画像に埋め込まれた埋め込み情報を検出する透かし情報検出装置／方法に関するものである。

背景技術

[0002] 画像や文書データなどにコピー・偽造防止のための情報や機密情報を人の目には見えない形で埋め込む「電子透かし」は、保存やデータの受け渡しがすべて電子媒体上で行われることを前提としており、透かしによって埋め込まれている情報の劣化や消失がないため確実に情報検出を行うことができる。これと同様に、紙媒体に印刷された文書に対しても、文書が不正に改ざんされたりコピーされることを防ぐために、文字以外の視覚的に目障りではない形式でかつ容易に改ざんが不可能であるような秘密情報を印刷文書に埋め込む方法が必要となっている。

[0003] 上記のような秘密情報を印刷文書に埋め込む画期的な方法として、特開2003-101762号公報に開示された技術がある。同文献に示された技術では、情報の埋め込みと抽出にガボールフィルタを使用する。ガボールフィルタを使用したこれら発明では、広い範囲に対して複数のドットで波を表現するため、薄い地紋濃度で情報を記録することができ、視覚上目立ちにくいという長所がある。

特許文献1：特開2003-101762号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特開2003-101762号公報に開示された電子透かしでは、ガボールフィルタによって信号を検出しやすいようなパターンを使用して

いる。このため、濃度が薄く情報が消失しやすい問題や、一つ一つのパターンのサイズが大きいことに起因する情報量の制限があった。すなわち、地紙濃度が薄いため、印刷時のかすれやLEDプリンタなどのドット径が小さいプリンタから出力した場合などに、電子透かし情報を読み出せない場合がある。また、ドットパターンで波を表現しているため、1ビットの情報を埋め込むのに要する面積が広く、情報密度が制限される欠点がある。また、埋め込める情報量が少ないために、強いエラー訂正符号や信号同期方式を使用しにくく、結果的に媒体上のシワや汚れに弱い場合があった。

[0005] 本発明は、従来の透かし情報埋め込み／検出技術が有する上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の主な目的は、単純な線や点で情報を表現することにより情報記録密度を飛躍的に向上させることの可能な、新規かつ改良された透かし情報埋め込み装置、透かし情報検出装置、透かし情報埋め込み方法、透かし情報検出方法、および印刷物を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本発明の第1の観点によれば、電子透かし技術により画像に情報を埋め込む透かし情報埋め込み装置が提供される。本発明の透かし情報埋め込み装置は、画像に埋め込む埋め込み情報の符号化を行う符号化部と、符号化された埋め込み情報の各シンボルに対するパターンの割り当てを行うパターン割り当て部と、埋め込み情報に対応するパターンを画像に規則的に配置する配置部と、を備え、各シンボルごとに、所定の空間的周期を持つ1または2以上のパターンが割り当てられることを特徴とする。ここで、パターンは、一定の周波数と方向を持つ複数画素からなるパターンとすることができます。

[0007] 本発明の透かし情報埋め込み装置において、以下のような応用が可能である。

[0008] パターンとシンボルとの対応関係は、例えば、以下のように定めることができる。

パターンは、周波数成分の強い方向によって対応するシンボルを定めるこ

とができる。また、パターンは、互いに直交する周波数を持つエッジ成分を持ち、該周波数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めることができる。また、パターンは、特定の周波数の水平と垂直のエッジ成分を持ち、該周波数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めることができる。また、各シンボルごとに、近い周波数と方向を持つ2以上のパターンが割り当てられるようにしてもよい。

- [0009] 配置部は、パターンの配置時に、画像上の画素と該パターンの画素とを画素単位で比較し、該パターンを配置するか否かを画素単位で切り替えるようにしてもよい。この場合、比較は、画素の値で行うことができる。また、比較は、画像上の画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素か、および、パターンの画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素かを判断することによって行うこともできる。
- [0010] 配置部は、画像上の画素が背景を構成する画素の場合にのみパターンを配置するようにしてもよい。
- [0011] パターンは、隣接するパターンと、パターンが接するパターンとすることができる。
- [0012] また、以下のような構成要素を付加してもよい。
任意のデータを画像に変換する画像化部を備えるようにしてもよい。任意のデータとは、例えば、文書、図表、絵画、地図、写真などのデータである。また、埋め込み情報が埋め込まれた画像を、印刷可能な媒体に印刷する印刷部を備えるようにしてもよい。
- [0013] 上記課題を解決するため、本発明の第2の観点によれば、電子透かし技術により画像に埋め込まれた埋め込み情報を検出する透かし情報検出装置が提供される。本発明の透かし情報検出装置は、画像に配置された、埋め込み情報に対応するパターンを検出する検出部を備え、パターンは、上記本発明の第1の観点にかかる透かし情報埋め込み装置によって画像に配置されたパターンであることを特徴とする。
- [0014] 本発明の透かし情報検出装置において、以下のような応用が可能である。

- [0015] パターンは、例えば、非可逆フィルタや拡大縮小処理、あるいは、印刷やスキャン等によって、埋め込み時よりも劣化したパターンであってもよい。
- [0016] 検出部は、検出したパターンから、該パターンに対応するシンボルを決定し、該シンボルを結合することで、埋め込み情報を復元することができる。
- [0017] 検出部は、画像中の微小領域に対するフィルタ処理を、画像中の微小領域よりも大きな領域に対して走査しながらフィルタ処理を行うようにしてもよい。
- [0018] 走査したフィルタ処理結果から、パターンが記録されている単位でフィルタ出力値のピーク値を探査し、パターン位置を特定するようにしてもよい。
- [0019] 検出部は、フィルタの出力値の正負によって、パターンを特定するようにしてもよい。
- [0020] 検出部は、逆相のパターンに対する反応を低減するフィルタを使用するようにしてもよい。
- [0021] 検出部は、パターンの周波数が低下しても正しく信号検出可能なフィルタを使用するようにしてもよい。
- [0022] 検出部は、エッジ検出時のサンプル値の一部に、周囲のある一定範囲の画素の濃度、輝度、彩度、または色度の最高値または最低値を使用するフィルタを使用するようにしてもよい。
- [0023] 上記課題を解決するため、本発明の第3の観点によれば、電子透かし技術により画像に情報を埋め込む透かし情報埋め込み方法が提供される。本発明の透かし情報埋め込み方法は、画像に埋め込む埋め込み情報の符号化を行う符号化工程と、符号化された埋め込み情報の各シンボルに対するパターンの割り当てを行うパターン割り当て工程と、埋め込み情報に対応するパターンを画像に規則的に配置する配置工程と、を含み、各シンボルごとに、所定の空間的周期を持つ1または2以上のパターンが割り当てられることを特徴とする。ここで、パターンは、一定の周波数と方向を持つ複数画素からなるパターンとすることができます。
- [0024] 上記本発明の透かし情報埋め込み方法において、以下のような応用が可能

である。

[0025] パターンとシンボルとの対応関係は、例えば、以下のように定めることができる。

パターンは、周波数成分の強い方向によって対応するシンボルを定めることができる。また、パターンは、互いに直交する周波数を持つエッジ成分を持ち、該周波数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めることができる。また、パターンは、特定の周波数の水平と垂直のエッジ成分を持ち、該周波数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めることができる。また、各シンボルごとに、近い周波数と方向を持つ2以上のパターンが割り当てられるようにしてもよい。

[0026] 配置工程において、パターンの配置時に、画像上の画素と該パターンの画素とを画素単位で比較し、該パターンを配置するか否かを画素単位で切り替えるようにしてもよい。この場合、比較は、画素の値で行うことができる。また、比較は、画像上の画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素か、および、パターンの画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素かを判断することによって行うこともできる。

[0027] 配置工程において、画像上の画素が背景を構成する画素の場合にのみパターンを配置するようにしてもよい。

[0028] パターンは、隣接するパターンと、パターンが接するパターンとすることができる。

[0029] また、以下のような工程をさらに含むしてもよい。

任意のデータを画像に変換する画像化工程を含むようにしてもよい。任意のデータとは、例えば、文書、図表、絵画、地図、写真などのデータである。また、埋め込み情報が埋め込まれた画像を、印刷可能な媒体に印刷する印刷工程を含むようにしてもよい。

[0030] 上記課題を解決するため、本発明の第4の観点によれば、電子透かし技術により画像に埋め込まれた埋め込み情報を検出する透かし情報検出方法が提供される。本発明の透かし情報検出方法は、画像に配置された、埋め込み情

報に対応するパターンを検出する検出工程を含み、パターンは、上記本発明の第3の観点にかかる透かし情報埋め込み方法によって画像に配置されたパターンであることを特徴とする。

- [0031] 本発明の透かし情報検出方法において、以下のような応用が可能である。
- [0032] パターンは、例えば、非可逆フィルタや拡大縮小処理、あるいは、印刷やスキャン等によって、埋め込み時よりも劣化したパターンであってもよい。
- [0033] 検出工程において、検出したパターンから、該パターンに対応するシンボルを決定し、該シンボルを結合することで、埋め込み情報を復元することができる。
- [0034] 検出工程において、画像中の微小領域に対するフィルタ処理を、画像中の微小領域よりも大きな領域に対して走査しながらフィルタ処理を行うようにしてもよい。
- [0035] 走査したフィルタ処理結果から、パターンが記録されている単位でフィルタ出力値のピーク値を探索し、パターン位置を特定するようにしてもよい。
- [0036] 検出工程において、フィルタの出力値の正負によって、パターンを特定するようにしてもよい。
- [0037] 検出工程において、逆相のパターンに対する反応を低減するフィルタを使用するようにしてもよい。
- [0038] 検出工程において、パターンの周波数が低下しても正しく信号検出可能なフィルタを使用するようにしてもよい。
- [0039] 検出工程において、エッジ検出時のサンプル値の一部に、周囲のある一定範囲の画素の濃度、輝度、彩度、または色度の最高値または最低値を使用するフィルタを使用するようにしてもよい。
- [0040] 上記課題を解決するため、本発明の第5の観点によれば、電子透かし技術により画像に情報を埋め込んで出力された印刷物が提供される。本発明の印刷物は、画像に埋め込む埋め込み情報を符号化した各シンボルに対し、各シンボルごとに割り当てられた所定の空間的周期を持つ1または2以上のパターンのいずれかが割り当てられており、埋め込み情報に対応するパターンが

画像に規則的に配置されたことを特徴とする。ここで、パターンは、一定の周波数と方向を持つ複数画素からなるパターンとすることができます。

[0041] パターンとシンボルとの対応関係は、例えば、以下のように定めることができる。

パターンは、周波数成分の強い方向によって対応するシンボルを定めることができる。また、パターンは、互いに直交する周波数を持つエッジ成分を持ち、該周波数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めることができる。また、パターンは、特定の周波数の水平と垂直のエッジ成分を持ち、該周波数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めることができる。また、各シンボルごとに、近い周波数と方向を持つ2以上のパターンが割り当てられるようにしてもよい。

[0042] パターンの配置時に、画像上の画素と該パターンの画素とを画素単位で比較し、該パターンを配置するか否かを画素単位で切り替えるようにしてもよい。この場合、比較は、画素の値で行うことができる。また、比較は、画像上の画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素か、および、パターンの画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素かを判断することによって行うこともできる。

[0043] 配置工程において、画像上の画素が背景を構成する画素の場合にのみパターンを配置するようにしてもよい。

[0044] パターンは、隣接するパターンと、パターンが接するパターンとすることができる。

発明の効果

[0045] 以上のように本発明によれば、単純な線や点で情報を表現することにより情報記録密度を飛躍的に向上させることが可能である。

図面の簡単な説明

[0046] [図1]第1の実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置及び透かし情報検出装置の構成を示す説明図である。

[図2]透かし情報埋め込み方法の処理の流れを示す流れ図である。

[図3]信号ユニットの一例を示す説明図であり、(1)はユニットAを、(2)はユニットBを示している。

[図4]図3(1)の画素値の変化を $\arctan(1/3)$ の方向から見た断面図である。

[図5]信号ユニットの一例を示す説明図であり、(3)はユニットCを、(4)はユニットDを、(5)はユニットEを示している。

[図6]背景画像の説明図であり、(1)はユニットEを背景ユニットと定義し、これを隙間なく並べた透かし画像の背景とした場合を示し、(2)は(1)の背景画像の中にユニットAを埋め込んだ一例を示し、(3)は(1)の背景画像の中にユニットBを埋め込んだ一例を示している。

[図7]透かし画像へのシンボル埋め込み方法の一例を示す説明図である。

[図8]埋め込み情報16を透かし画像に埋め込む方法について示した流れ図である。

[図9]透かし検出部32の処理の流れを示す流れ図である。

[図10]透かし入り文書画像の合成方法を示す説明図である。

[図11]透かし入り文書画像の一例を示す説明図である。

[図12]図10の一部を拡大して示した説明図である。

[図13]透かし検出部32の処理の流れを示す流れ図である。

[図14] (1)入力画像と、(2)ユニットパターンの区切り位置を設定した後の入力画像の一例を示す説明図である。

[図15]入力画像中におけるユニットAに対応する領域の一例を示した説明図である。

[図16]図15を波の伝播方向と平行な方向から見た断面図である。

[図17]ユニットパターンU(x, y)中に埋め込まれているシンボルユニットがユニットAであるかユニットBであるかを判定する方法について説明する説明図である。

[図18]情報復元の一例を示す説明図である。

[図19]データ符号の復元方法の一例を示す説明図である。

[図20]データ符号の復元方法の一例を示す説明図である。

[図21]データ符号の復元方法の一例を示す説明図である。

[図22]6×6画素で構成された信号ユニットの一例を示す説明図である。

[図23]18×18画素で構成された信号ユニットの一例を示す説明図である。

[図24]破線で表現された信号ユニットの一例を示す説明図である。

[図25]ノイズ成分を付加した信号ユニットの一例を示す説明図である。

[図26]図24および図25のパターンを組み合わせた一例を示す説明図である。

[図27]4×4画素で構成された信号ユニットの一例を示す説明図である。

[図28]4×4画素で構成された信号ユニットの一例を示す説明図である。

[図29]図28のパターンを印刷／スキャンした場合を示す説明図である。

[図30]4×4画素のフィルタ処理マスクの一例を示す説明図である。

[図31]スキャンをラスター／スキャン順に実施した場合を示す説明図である。

[図32]600 dpiで印刷したものを400 dpiでスキャンした場合の一例を示す説明図である。

[図33]600 dpiで印刷したものを500 dpiでスキャンした場合の一例を示す説明図である。

[図34]600 dpiで印刷したものを600 dpiでスキャンした場合の一例を示す説明図である。

[図35]3×3画素のフィルタ処理マスクの一例を示す説明図である。

[図36]フィルタの出力特性を示す説明図である。

[図37]フィルタ処理マスクの一応用例を示す説明図である。

[図38]図37のフィルタ処理マスクを用いた場合の処理結果を示す説明図である。

[図39]信号ユニットの一応用例を示す説明図である。

[図40]フィルタ処理マスクの一応用例を示す説明図である。

符号の説明

[0047] 10 透かし情報埋め込み装置
11 符号化部
12 パターン割り当て部
13 透かし入り文書合成部
14 出力デバイス
15 画像データ
16 埋め込み情報
20 印刷物
30 透かし情報検出装置
31 入力デバイス
32 透かし検出部

発明を実施するための最良の形態

[0048] 以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかる透かし情報埋め込み装置、透かし情報検出装置、透かし情報埋め込み方法、透かし情報検出方法、および印刷物の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0049] (第1の実施の形態)

図1は、本実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置及び透かし情報検出装置の構成を示す説明図である。

[0050] (透かし情報埋め込み装置10)

透かし情報埋め込み装置10は、画像データと画像に埋め込む情報をもとに透かし入り画像を合成し、紙媒体に印刷を行う装置である。透かし情報埋め込み装置10は、図1に示したように、符号化部11と、パターン割り当て部12と、透かし入り文書合成部13と、出力デバイス14により構成されている。透かし情報埋め込み装置10には、画像データ15と画像に埋め込む埋め込み情報16とが入力される。

[0051] 画像データ15は、透かし情報埋め込み装置10の画像入力端子（図示せ

ず) から入力される。画像データ 15 としては、文書、図表、絵画、地図、写真などの任意のデータ、あるいはこれらを任意に組み合わせたデータを画像化したものである。画像化は、スキャナで読み取る方法や、ワードプロセッサで出力した文書等を印刷イメージなどのように画像化したもの用いることができる。なお、本実施の形態では、白い紙面に黒のインク（単色）で印刷を行うことを前提として説明するが、本発明はこれに限定されず、カラー（多色）で印刷を行う場合であっても、同様に本発明を適用可能である。一方、埋め込み情報 16 は紙媒体に文字以外の形式で埋め込む情報（文字列や画像、音声データ）などである。

[0052] 符号化部 11 は、埋め込み情報 16 のデータの符号化処理を行う。また、パターン割り当て部 12 は、符号化された各シンボルに対する透かし信号（パターン）の割り当て処理を行う。すなわち、埋め込み情報 16 をデジタル化して数値に変換したものを N 元符号化（N は 2 以上）し、各シンボルをあらかじめ用意した透かし信号に割り当てる。本実施の形態の透かし信号は、任意の大きさの矩形領域中にドットを配列することにより任意の方向と波長を持つ波を表現し、波の方向や波長に対してシンボルを割り当てたものである。かかる透かし信号を、以下「信号ユニット」という。信号ユニットの詳細については、さらに後述する。

[0053] 透かし入り文書合成部 13 は、埋め込み情報を表現するパターンを、画像入力端子から入力された画像上に直接描画する。本実施の形態の透かし入り文書合成部 13 は、このようにして、透かし入りの文書画像を作成する。また、出力デバイス 14 は、プリンタなどの出力装置であり、透かし入り文書画像を紙媒体に印刷する。したがって、符号化部 11、パターン割り当て部 12、透かし入り文書合成部 13 はプリンタ ドライバの中の一つの機能として実現されていてもよい。

[0054] (印刷物 20)

印刷物 20 は、元の画像データ 15 に対して埋め込み情報 16 を埋め込んで印刷された紙やカードなどであり、物理的に保管・管理される。

[0055] (透かし情報検出装置 30)

透かし情報検出装置 30 は、紙媒体に印刷されている文書を画像として取り込み、埋め込まれている埋め込み情報 16 を復元する装置である。透かし情報検出装置 30 は、図 1 に示したように、入力デバイス 31 と、透かし検出部 32 とにより構成されている。

[0056] 入力デバイス 31 は、スキャナなどの入力装置であり、印刷物 20 を多値階調のグレイ画像として計算機に取り込む。入力される画像は、電子透かし埋め込み装置 10 が output した画像そのものであってもよいし、JPEG 等の非可逆圧縮によって劣化した画像、デジタルフィルタなどにより縮小された画像、印刷され撮影／スキャンされた画像などでもよい。

[0057] 透かし検出部 32 は、入力デバイス 31 で取り込まれた画像の全体または一部に対してフィルタリング処理を行うことで、画像上に描画されている信号ユニットを検出し、埋め込み情報 16 の抽出を行う。

[0058] 本実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置 10 及び透かし情報検出装置 30 は、以上のように構成されている。次いで、透かし情報埋め込み装置 10 及び透かし情報検出装置 30 の動作について説明する。まず、図 2 のフローチャートなどを参照しながら、透かし情報埋め込み装置 10 の動作について説明する。

[0059] (ステップ S101)

まず、透かし画像埋め込み装置 10 に画像データ 15 および埋め込み情報 16 が入力される (ステップ S101)。上述のように、文書データ 15 はフォント情報やレイアウト情報を含むデータであり、ワープロソフト等で作成されるものとする。文書データ 15 は、例えば白黒の二値データであり、画像上で白い画素 (値が 1 の画素) は背景であり、黒い画素 (値が 0 の画素) は文字領域 (インクが塗布される領域) であるものとする。一方、機密情報 16 は文字、音声、画像などの各種データである。

[0060] (ステップ S102)

次いで、埋め込み情報 16 を N 元符号に変換する (ステップ S102)。

N は任意であるが、本実施の形態では説明を容易にするため $N=2$ とする。従って、ステップS102で生成される符号は2元符号であり、0と1のビット列で表現されるものとする。このステップS102では埋め込み情報16をそのまま符号化してもよいし、埋め込み情報16を暗号化したものを符号化してもよい。

[0061] (ステップS103)

次いで、符号化された各シンボルに対して信号ユニットを割り当てる（ステップS103）。本実施の形態の透かし信号は、ドット（黒画素）の配列によって任意の波長と方向を持つ波を表現したものである。

[0062] ステップS103において、各シンボルに対して割り当てる信号ユニットについて説明する。図3は信号ユニットの一例を示す説明図である。

[0063] 信号ユニットの幅と高さをそれぞれ S_w 、 S_h とする。 S_w と S_h は異なっていても良いが、本実施の形態では説明を容易にするため $S_w=S_h$ とする。長さの単位は画素数であり、図3の例では $S_w=S_h=12$ である。これらの信号が紙面に印刷されたときの大きさは、透かし画像の解像度に依存しており、例えば透かし画像が600 dpi (dot per inch: 解像度の単位であり、1インチ当たりのドット数) の画像であるとしたならば、図3の信号ユニットの幅と高さは、印刷物上で $12/600=0.02$ (インチ) となる。

[0064] 以下、幅と高さが S_w 、 S_h の矩形を1つの信号の単位として「信号ユニット」と称する。図3(1)は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(3)$ (\arctan は \tan の逆関数) の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(-1/3)$ である。以下、この信号ユニットをユニットAと称する。図3(2)はドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(-3)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(1/3)$ である。以下、この信号ユニットをユニットBと称する。

[0065] 図4は、図3(1)の画素値の変化を $\arctan(1/3)$ の方向から見た断面図である。図4において、ドットが配列されている部分が波の最小

値の腹（振幅が最大となる点）となり、ドットが配列されていない部分は波の最大値の腹となっている。

[0066] また、ドットが密に配列されている領域はそれぞれ 1 ユニットの中に 2 つ存在するため、この例では 1 ユニットあたりの周波数は 2 となる。波の伝播方向はドットが密に配列されている方向に垂直となるため、ユニット A の波は水平方向に対して $\arctan (-1/3)$ 、ユニット B の波は $\arctan (1/3)$ となる。なお、 $\arctan (a)$ の方向と $\arctan (b)$ の方向が垂直のとき、 $a \times b = -1$ である。

[0067] 本実施の形態では、ユニット A で表現される信号ユニットにシンボル 0 を割り当て、ユニット B で表現される信号ユニットにシンボル 1 を割り当てる。また、これらをシンボルユニットと称する。

[0068] 信号ユニットには図 3 (1)、(2) で示されるもの以外にも、例えば図 5 (3) ～ (5) で示されるようなドット配列が考えられる。

図 5 (3) は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan (1/3)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan (-3)$ である。以下、この信号ユニットをユニット C と称する。

図 5 (4) は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan (-1/3)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan (3)$ である。以下、この信号ユニットをユニット D と称する。

図 5 (5) は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan (1)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan (-1)$ である。なお、図 5 (5) は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan (-1)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan (1)$ であると考えることもできる。以下、この信号ユニットをユニット E と称する。

[0069] このようにして、先に割り当てた組み合わせ以外にも、シンボル 0 とシンボル 1 を割り当てるユニットの組合せのパターンが複数考えられるため、どの信号ユニットがどのシンボルに割り当られているかを秘密にして第三者（不正者）が埋め込まれた信号を簡単に解読できないようにすることもで

きる。

[0070] さらに、図2に示したステップS103で、埋め込み情報16を4元符号で符号化した場合には、例えば、ユニットAにシンボル0を、ユニットBにシンボル1を、ユニットCにシンボル2を、ユニットDにシンボル3を割り当てることも可能である。

[0071] 図3、図5に示した信号ユニットの一例においては、1ユニット中のドットの数をすべて等しくしているため、これらのユニットを隙間なく並べることにより、透かし画像の見かけの濃淡が均一となる。したがって印刷された紙面上では、単一の濃度を持つグレー画像が背景として埋め込まれているよう見える。

[0072] このような効果を出すために、例えば、ユニットEを背景ユニット（シンボルが割り当てられていない信号ユニット）と定義し、これを隙間なく並べて透かし画像の背景とし、シンボルユニット（ユニットA、ユニットB）を透かし画像に埋め込む場合は、埋め込もうとする位置の背景ユニット（ユニットE）とシンボルユニット（ユニットA、ユニットB）とを入れ替える。

[0073] 図6（1）はユニットEを背景ユニットと定義し、これを隙間なく並べて透かし画像の背景とした場合を示す説明図である。図6（2）は図6（1）の背景画像の中にユニットAを埋め込んだ一例を示し、図6（3）は図6（1）の背景画像の中にユニットBを埋め込んだ一例を示している。本実施の形態では、背景ユニットを透かし画像の背景とする方法について説明するが、シンボルユニットのみを配置することによって透かし画像を生成しても良い。

[0074] 次いで、透かし画像へ信号ユニットを埋め込む方法について、図7を参照しながら説明する。

[0075] 図7は、透かし画像への信号ユニットの埋め込み方法の一例を示す説明図である。ここでは、例として「0101」というビット列を埋め込む場合について説明する。

[0076] 図7（1）、（2）に示すように、同じシンボルユニットを繰り返し埋め

込む。これは文書中の文字が埋め込んだシンボルユニットの上に重なった場合、信号検出時に検出されなくなることを防ぐためであり、シンボルユニットの繰り返し数と配置のパターン（以下、ユニットパターンと称する。）は任意である。

[0077] すなわち、ユニットパターンの一例として、図7（1）のように繰り返し数を4（1つのユニットパターン中に4つのシンボルユニットが存在する）にしたり、図7（2）のように繰り返し数を2（1つのユニットパターン中に2つのシンボルユニットが存在する）にしたりすることができ、あるいは、繰り返し数を1（1つのユニットパターン中には1つのシンボルユニットだけが存在する）としてもよい。

[0078] また、図7（1）、（2）は1つのシンボルユニットに対して1つのシンボルが与えられているが、図7（3）のようにシンボルユニットの配置パターンに対してシンボルを与えても良い。

[0079] 1ページ分の透かし画像の中に何ビットの情報量を埋め込むことができるかは、信号ユニットの大きさ、ユニットパターンの大きさ、文書画像の大きさに依存する。文書画像の水平方向と垂直方向にいくつの信号を埋め込んだかは、既知として信号検出を行っても良いし、入力装置から入力された画像の大きさと信号ユニットの大きさから逆算しても良い。

[0080] 1ページ分の透かし画像の水平方向に P_w 個、垂直方向に P_h 個のユニットパターンが埋め込めるとすると、画像中の任意の位置のユニットパターンを $U(x, y)$ 、 $x = 1 \sim P_w$ 、 $y = 1 \sim P_h$ と表現し、 $U(x, y)$ を「ユニットパターン行列」と称することにする。また、1ページに埋め込むことができるビット数を「埋め込みビット数」と称する。埋め込みビット数は $P_w \times P_h$ である。

[0081] 図8は、埋め込み情報16を透かし画像に埋め込む方法について示した流れ図である。

ここでは1枚（1ページ分）の透かし画像に、同じ情報を繰り返し埋め込む場合について説明する。同じ情報を繰り返し埋め込むことにより、透かし

画像と文書画像を重ね合わせたときに1つのユニットパターン全体が塗りつぶされるなどして埋め込み情報が消失するような場合でも、埋め込んだ情報を取り出すことを可能とするためである。

[0082] まず、埋め込み情報16をN元符号に変換する（ステップS201）。図2のステップS102と同様である。以下では、符号化されたデータをデータ符号と称し、ユニットパターンの組合わせによりデータ符号を表現したものをデータ符号ユニットDnと称する。

[0083] 次いで、データ符号の符号長（ここではビット数）と埋め込みビット数から、1枚の画像にデータ符号ユニットを何度繰り返し埋め込むことができるかを計算する（ステップS202）。本実施の形態ではデータ符号の符号長データをユニットパターン行列の第1行に挿入するものとする。データ符号の符号長を固定長として符号長データは透かし画像には埋め込まないようにしても良い。

[0084] データ符号ユニットを埋め込む回数Dnは、データ符号長をCnとして以下の式で計算される。

[0085] [数1]

$$Dn = \left\lfloor \frac{Pw \times (Ph - 1)}{Cn} \right\rfloor$$

$\lfloor A \rfloor$ はAを超えない最大の整数

[0086] ここで剩余をRn（Rn = Cn - (Pw × (Ph - 1))）とすると、ユニットパターン行列にはDn回のデータ符号ユニットおよびデータ符号の先頭Rnビット分に相当するユニットパターンを埋め込むことになる。ただし、剩余部分のRnビットは必ずしも埋め込まなくても良い。

[0087] 図9の説明では、ユニットパターン行列のサイズを9×11（11行9列），データ符号長を12（図中で0～11の番号がついたものがデータ符号

の各シンボルを表わす) とする。

[0088] 次いで、ユニットパターン行列の第1行目に符号長データを埋め込む（ステップS203）。図9の例では符号長を9ビットのデータで表現して1度だけ埋め込んでいる例を説明しているが、ユニットパターン行列の幅Pwが十分大きい場合、データ符号と同様に符号長データを繰り返し埋め込むこともできる。

[0089] さらに、ユニットパターン行列の第2行以降に、データ符号ユニットを繰り返し埋め込む（ステップS204）。図9で示すようにデータ符号のMSB (most significant bit) またはLSB (least significant bit) から順に行方向に埋め込む。図9の例ではデータ符号ユニットを7回、およびデータ符号の先頭6ビットを埋め込んでいる例を示している。

[0090] データの埋め込み方法は図9のように行方向に連続になるように埋め込んでも良いし、列方向に連続になるように埋め込んでも良い。

[0091] 以上、パターン割り当て部12における、透かし信号の割り当て（ステップS103）について説明した。次いで、再び図2などを参照しながら、ステップS104以降について説明する。

[0092] (ステップS104)

透かし入り文書画像合成部13では、画像データ15と、パターン割り当て部12で割り当てられた透かし信号を重ね合わせる（ステップS104）。透かし入り文書画像の各画素の値は、画像データ15が2値画像の場合、文書画像と透かし画像の対応する画素値の論理積演算（AND）によって計算する。すなわち、文書画像と透かし画像のどちらかが0（黒）であれば、透かし入り文書画像の画素値は0（黒）、それ以外は1（白）となる。

[0093] 一方、画像データ15が3値以上の多値データの場合、以下のように処理を行う。

[0094] (カラーパターンの描画方法)

入力された画像は、文書や図等の背景を構成する背景色と、文字や線、図

などの構成する前景色を持つ。また、信号ユニットも、信号を表現する前景色と、背景となる背景色を持つ。透かし入り画像合成部13にて画像上に描画する場合は、図10に示したように、信号ユニットの背景色を透過色として扱い、信号ユニットの背景色の部分は、画像そのものの色を出力画像上に残してよい。また、入力画像上の前景色と信号ユニットの前景色が重なる部分は入力画像の前景色を優先して出力画像上に残してよい。また、入力画像上の背景色と信号ユニットの前景色が重なった場合は、信号ユニットの前景色を出力画像上に残してよい。また、輝度成分のみを合成してもよいし、他の色成分を重畳して表現してもよい。

[0095] 以上 の方法により、入力画像と信号ユニットとが重ね合わさった透かし入り画像が生成できる。図11は、透かし入り文書画像の一例を示す説明図である。図12は、図11の一部を拡大して示した説明図である。ここで、ユニットパターンは図7(1)のパターンを用いている。

[0096] (ステップS105)

以上のように生成された透かし入り文書画像は、出力デバイス14により出力される(ステップS105)。

[0097] 以上、透かし情報埋め込み装置10の動作について説明した。

次いで、図1、及び、図12～図20を参照しながら、透かし情報検出装置30の動作について説明する。

[0098] (透かし検出部32)

図13は、透かし検出部32の処理の流れを示す流れ図である。

まず、スキャナなどの入力デバイス31によって印刷物20を計算機のメモリ等に入力する(ステップS301)。この入力デバイス31によって読み込まれた画像を入力画像と称する。入力画像は多値画像であり、以下では256階調のグレイ画像として説明する。また入力画像の解像度(入力デバイス31で読み込むときの解像度)は、上記透かし情報埋め込み装置10と異なっていても良いが、ここでは同じ解像度であるとして説明する。また、入力画像は回転や伸縮などの補正が行われているものとする。

[0099] 次いで、入力画像の大きさと信号ユニットの大きさから、ユニットパターンがいくつ埋め込まれているかを計算する（ステップS302）。例えば入力画像の大きさがW（幅）×H（高さ）であるとして、信号ユニットの大きさをSw×Sh、ユニットパターンはUw×Uh個のユニットから構成されるとすると、入力画像中に埋め込まれているユニットパターンの数（N=Pw×Ph）は以下のように計算される。

[0100] [数2]

$$Pw = \frac{W}{Sw \times Uw}, Ph = \frac{H}{Sh \times Uh}$$

[0101] ただし、透かし情報埋め込み装置10と透かし情報検出装置30で解像度が異なる場合には、それらの解像度の比によって入力画像中の信号ユニットの大きさを正規化した後、上記の計算を行う。

[0102] 次いで、ステップS302で計算したユニットパターン数をもとに入力画像に対してユニットパターンの区切り位置を設定する（ステップS303）。図14は入力画像（図14（1））と、ユニットパターンの区切り位置を設定した後の入力画像（図14（2））の一例を示している。

[0103] 次いで、ユニットパターンの区切りごとにシンボルユニットの検出を行い、ユニットパターン行列を復元する（ステップS304）。以下に、信号検出の詳細を説明する。

[0104] 図15は、入力画像中における、図3（1）に示したユニットAに対応する領域の一例を示した説明図である。図3では信号ユニットは二値画像であるが、ここでは多値画像である。二値画像を印刷した場合、インクのにじみなどが原因で濃淡が連続的に変化するため、図15のようにドットの周囲が白と黒の中間色になる。したがって図15を波の伝播方向と平行な方向から見た断面図は図16のようになる。図4が矩形波であるのに対し、図16は滑らかな波となる。

[0105] また、実際には紙の厚さの局所的な変化や、印刷文書の汚れ、出力デバイスや画像入力デバイスの不安定性などの要因により、入力画像中には多くの雑音成分が付加されることになるが、ここでは雑音成分のない場合について説明する。しかしながら、ここで説明する方法を用いれば、雑音成分が付加された画像に対しても安定した信号検出を行うことができる。

[0106] 以下では入力画像から信号ユニットを検出するために、波の周波数と方向、および影響範囲を同時に定義できる二次元ウェーブレットフィルタを用いる。以下では、二次元ウェーブレットフィルタの一つであるガボールフィルタを用いる例を示すが、ガボールフィルタと同様な性質を持つフィルタであれば、必ずしもガボールフィルタである必要はなく、さらには信号ユニットと同じドットパターンを持つテンプレートを定義してパターンマッチングを行うなどの方法でも良い。

[0107] 以下にガボールフィルタ $G(x, y)$ 、 $x = 0 \sim gw - 1$ 、 $y = 0 \sim gh - 1$ を示す。 gw 、 gh はフィルタのサイズであり、ここでは上記透かし情報埋め込み装置 10 で埋め込んだ信号ユニットと同じ大きさである。

[0108] [数3]

$$G(x, y) = \exp \left[-\pi \left\{ \frac{(x - x0)^2}{A^2} + \frac{(y - y0)^2}{B^2} \right\} \right] \times \exp \left[-2\pi i \{u(x - x0) + v(y - y0)\} \right]$$

i : 虚数単位

$x = 0 \sim gw - 1$, $y = 0 \sim gh - 1$, $x0 = gw/2$, $y0 = gh/2$

A : 水平方向の影響範囲, B : 垂直方向の影響範囲

$\tan^{-1}(u/v)$: 波の方向, $\sqrt{u^2 + v^2}$: 周波数

[0109] 信号検出には透かし画像に埋め込んだシンボルユニットと周波数、波の方向、および大きさが等しいガボールフィルタを、埋め込んだ信号ユニットの種類と同じ数だけ用意する。ここでは図 3 のユニット A とユニット B に対応するガボールフィルタをフィルタ A、フィルタ B と称する。

[0110] 入力画像中の任意の位置でのフィルタ出力値はフィルタと画像間のコンボリューションにより計算する。ガボールフィルタの場合は実数フィルタと虚

数フィルタ（虚数フィルタは実数フィルタと半波長分位相がずれたフィルタ）が存在するため、それらの2乗平均値をフィルタ出力値とする。例えば、フィルタAの実数フィルタと画像間のコンボリューションが R_c 、虚数フィルタとのコンボリューションが I_c であったとすると、出力値 $F(A)$ は以下の式で計算する。

[0111] [数4]

$$F(A) = \sqrt{R_c^2 + I_c^2}$$

[0112] 図17は、ステップS303によって区切られたユニットパターンU（x, y）中に埋め込まれているシンボルユニットがユニットAであるかユニットBであるかを判定する方法について説明する説明図である。

[0113] ユニットパターンU（x, y）に対するシンボル判定ステップを以下のように行う。

（1）フィルタAの位置を移動しながら、ユニットパターンU（x, y）中のすべての位置について $F(A)$ を計算した結果の最大値をユニットパターンU（x, y）に対するフィルタAの出力値とし、これを $F_u(A, x, y)$ とする。

（2）ユニットパターンU（x, y）に対するフィルタBの出力値を（1）と同様に計算し、これを $F_u(B, x, y)$ とする。

（3） $F_u(A, x, y) \geq F_u(B, x, y)$ であればユニットパターンU（x, y）に埋め込まれているシンボルユニットはユニットAであると判定し、 $F_u(A, x, y) < F_u(B, x, y)$ であればユニットパターンU（x, y）に埋め込まれているシンボルユニットはユニットBであると判定する。

[0114] （1），（2）において、フィルタを移動するステップ幅は任意であり、ユニットパターン上の代表的な位置での出力値のみを計算してもよい。また、（3）で $F_u(A, x, y) < F_u(B, x, y)$ の差の絶対値があらか

じめ定めておいた閾値以下であった場合には判定不能としてもよい。

[0115] また（1）において、フィルタをずらしながらコンボリューションを計算する過程で、 $F(A)$ の最大値があらかじめ定めた閾値を超えた場合に、ただちに $U(x, y)$ に埋め込まれているシンボルユニットはユニットAであると判定して処理を中止しても良い。（2）においても同様に、 $F(B)$ の最大値があらかじめ定めた閾値を超えた場合に、ただちに $U(x, y)$ に埋め込まれているシンボルユニットはユニットBであると判定しても良い。

[0116] 以上、信号検出（ステップS304）の詳細について説明した。再び、図13の流れ図に戻り、以降のステップS305について説明する。ステップS305では、ユニットパターン行列のシンボルを連結してデータ符号を再構成し、元の情報を復元する。

[0117] 図18は情報復元の一例を示す説明図である。情報復元のステップは以下の通りである。

- (1) 各ユニットパターンに埋め込まれているシンボルを検出する。
- (2) シンボルを連結してデータ符号を復元する。
- (3) データ符号を復号して埋め込まれた情報を取り出す。

[0118] 図19～図21はデータ符号の復元方法の一例を示す説明図である。復元方法は基本的に図8の逆の処理となる。

[0119] まず、ユニットパターン行列の第1行から符号長データ部分を取り出して、埋め込まれたデータ符号の符号長を得る（ステップS401）。

[0120] 次いで、ユニットパターン行列のサイズとS401で得たデータ符号の符号長をもとに、データ符号ユニットを埋め込んだ回数 D_n および剩余 R_n を計算する（ステップS402）。

[0121] 次いで、ユニットパターン行列の2行目以降からステップS203と逆の方法でデータ符号ユニットを取り出す（ステップS403）。図20の例では $U(1, 2)$ （2行1列）から順に12個のパターンユニットごとに分解する（ $U(1, 2) \sim U(3, 3), U(4, 3) \sim U(6, 4), \dots$ ）。 $D_n = 7, R_n = 6$ であるため、12個のパターンユニット（データ符

号ユニット) は 7 回取り出され、剩余として 6 個 (データ符号ユニットの上位 6 個に相当する) のユニットパターン ($U(4, 11) \sim U(9, 11)$) が取り出される。

[0122] 次いで、ステップ S 403 で取り出したデータ符号ユニットに対してピット確信度演算を行うことにより、埋め込んだデータ符号を再構成する (ステップ S 404)。以下、ピット確信度演算について説明する。

[0123] 図 21 のようにユニットパターン行列の 2 行 1 列目から最初に取り出されたデータ符号ユニットを $D_u(1, 1) \sim D_u(12, 1)$ とし、順次 $D_u(1, 2) \sim D_u(12, 2)$, ..., と表記する。また、剩余部分は $D_u(1, 8) \sim D_u(6, 8)$ とする。ピット確信度演算は各データ符号ユニットの要素ごとに多数決を取るなどして、データ符号の各シンボルの値を決定することである。これにより、文字領域との重なりや紙面の汚れなどが原因で、任意のデータ符号ユニット中の任意のユニットから正しく信号検出を行えなかった場合 (ピット反転エラーなど) でも、最終的に正しくデータ符号を復元することができる。

[0124] 具体的には例えばデータ符号の 1 ピット目は、 $D_u(1, 1)$, $D_u(1, 2)$, ..., $D_u(1, 8)$ の信号検出結果が 1 である方が多い場合には 1 と判定し、0 である方が多い場合には 0 と判定する。同様にデータ符号の 2 ピット目は $D_u(2, 1)$, $D_u(2, 2)$, ..., $D_u(2, 8)$ の信号検出結果による多数決によって判定し、データ符号の 12 ピット目は $D_u(12, 1)$, $D_u(12, 2)$, ..., $D_u(12, 7)$ ($D_u(12, 8)$ は存在しないため $D_u(12, 7)$ までとなる) の信号検出結果による多数決によって判定する。

[0125] ピット確信度演算は、図 17 の信号検出フィルタの出力値を加算することによっても行うこともできる。これは、例えば図 3 (1) のユニット A に 0 のシンボルが割り当てられ、図 3 (2) のユニット B に 1 のシンボルが割り当てられているものとし、 $D_u(m, n)$ に対するフィルタ A による出力値の最大値を $D_f(A, m, n)$, $D_u(m, n)$ に対するフィルタ B による

出力値の最大値を $D_f (B, m, n)$ とすると、データ符号の M ビット目は

[0126] [数5]

$$\sum_{n=1}^{Dn} Df(A, M, n) \geq \sum_{n=1}^{Dn} Df(B, M, n)$$

[0127] の場合は 1 と判定し、それ以外の場合は 0 と判定する。ただし、 $N < R_n$ の場合は D_f の加算は $n = 1 \sim R_n + 1$ までとなる。

[0128] ここではデータ符号を繰り返し埋め込む場合について説明したが、データを符号化する際に誤り訂正符号などを用いることにより、データ符号ユニットの繰り返しを行わないような方法も実現できる。

[0129] 以上説明したように、本実施の形態によれば、以下のような優れた効果が得られる。

(1-1) ドットの配列の違いにより埋め込み情報を表現するため、元の文書のフォント、文字間や行間のピッチに対する変更を伴わない。

(1-2) シンボルを割り当てているドットパターンと、シンボルを割り当てていないドットパターンの濃度（一定区間内のドットの数）が等しいため、人の目には文書の背景に一様な濃度の網掛けがされているように見え、情報の存在が目立たない。

(1-3) シンボルを割り当てているドットパターンと割り当てていないドットパターンを秘密にしておくことで、埋め込まれている情報の解読が困難となる。

(1-4) 情報を表わすパターンは細かいドットの集まりで、文書の背景として一面に埋め込まれているため、埋め込みアルゴリズムが公開されたとしても、印刷された文書に対する埋め込み情報の改ざんが困難となる。

(1-5) 波（濃淡変化）の方向の違いにより埋め込み信号を検出するため（1画素単位の詳細な検出を行ないので）、印刷文書に多少の汚れなどがあ

った場合でも、安定した情報検出を行うことができる。

(1-6) 同じ情報を繰り返し埋め込み、検出時には繰り返し埋め込まれた情報のすべてを利用して情報復元を行うため、大きなフォントの文字によって信号部分が隠されたり、用紙が汚れていたりすることによる部分的な情報の欠落が発生しても、安定して埋め込んだ情報を取り出すことができる。

(1-7) 特開2003-101762号公報では、文書画像と透かし画像とを別個に生成する構成を採用していたが、本実施の形態では、パターンを画像上に直接レンダリングできるので、文書画像と透かし画像とを別個に生成する必要がない。

[0130] (第2の実施の形態)

本実施の形態では、信号ユニットの応用例について説明する。

[0131] (応用例1)

図22の信号ユニットは 6×6 画素で構成されており、それぞれ幅1画素程度の周波数を持つ水平成分、垂直成分の波を表現している。図22(a)は情報“1”を記録するパターンの一例であり、図22(b)は情報“0”を記録するパターンの一例である。このような信号ユニットによれば、図22(c)に示したように、埋め込む情報が $3 \text{行} \times 4 \text{列} = 12$ ビットの情報の場合、 24×18 画素の領域内に埋め込むことができる。

[0132] 上記第1の実施の形態では、図23に示したように、信号ユニットは 18×18 画素で構成されていた。図23(a)は情報“1”を記録するパターンの一例であり、図23(b)は情報“0”を記録するパターンの一例である。このような信号ユニットによれば、図23(c)に示したように、埋め込む情報が $3 \text{行} \times 4 \text{列} = 12$ ビットの情報の場合、 72×54 画素の領域を必要とする。この点、本実施の形態の(応用例1)では、 24×18 画素の領域内に埋め込むことができるため、同じ情報を埋め込む場合であれば、埋め込む領域の面積を $1/9$ にすることができる。また、同じ面積の領域に情報を埋め込む場合であれば、9倍の情報を埋め込むことができる。

[0133] (応用例2)

図24の信号ユニットは、図22のパターンを破線で表現したものである。図24のように破線等で表現しても波の伝播方向や周波数は変化しない。図24(a)は情報“1”を記録するパターンの一例であり、図24(b)は情報“0”を記録するパターンの一例である。このような信号ユニットによれば、図24(c)に示したように、埋め込む情報が3行×4列=12ビットの情報の場合、 24×18 画素の領域内に埋め込むことができる。

[0134] (応用例3)

図25の信号ユニットは、信号の周波数成分に対してノイズとなるような成分を附加したものである。図25のように信号の周波数成分に対してノイズとなるような成分を附加しても、水平／垂直の周波数成分が強いため情報抽出に与える影響は軽微である。図25(a)は情報“1”を記録するパターンの一例であり、図25(b)は情報“0”を記録するパターンの一例である。このような信号ユニットによれば、図25(c)に示したように、埋め込む情報が3行×4列=12ビットの情報の場合、 24×18 画素の領域内に埋め込むことができる。

[0135] (応用例4)

図26は、上記図24および図25のパターンを組み合わせたものである。すなわち、パターン切り替え情報や乱数などにより、図24および図25のパターンを切り替えて埋め込むパターンを生成する。このように、図26のように複数のパターンを組み合わせても、同一のフィルタで0／1を表現できる。このような信号ユニットによれば、図26に示したように、埋め込む情報が3行×4列=12ビットの情報の場合、 24×18 画素の領域内に埋め込むことができる。

[0136] (応用例5)

図27の信号ユニットは 4×4 画素で構成されており、それぞれ幅1画素程度の周波数を持つ水平成分、垂直成分の波を表現している。図27(a)は情報“1”を記録するパターンの一例であり、図27(b)は情報“0”を記録するパターンの一例である。このような信号ユニットによれば、図2

7 (c) に示したように、埋め込む情報が 3 行 × 4 列 = 12 ピットの情報の場合、 18×12 画素の領域内に埋め込むことができる。

[0137] 上記第 1 の実施の形態では、図 23 に示したように、信号ユニットは 18×18 画素で構成されており、埋め込む情報が 3 行 × 4 列 = 12 ピットの情報の場合、 72×54 画素の領域を必要とする。この点、本実施の形態の（応用例 5）では、 12×16 画素の領域内に埋め込むことができるため、同じ情報を埋め込む場合であれば、埋め込む領域の面積を $1/20$ 未満にすることができる。また、同じ面積の領域に情報を埋め込む場合であれば、20 倍強の情報を埋め込むことができる。

[0138]（応用例 6）

図 28 の信号ユニットは、図 27 の信号ユニットと同様に 4×4 画素で構成されており、上下左右のいずれかのパターンと接するようにしたものである。このような信号ユニットによれば、図 28 (c) に示したように、図 27 (c) と同様に、埋め込む情報が 3 行 × 4 列 = 12 ピットの情報の場合、 18×12 画素の領域内に埋め込むことができる。さらに、図 29 に示したように、プリンタから出力された媒体上のパターンが、より明確に印刷され、信号検出精度が向上する場合がある。

[0139] 埋め込み側における信号ユニットの変更に伴い、検証側の処理も以下のように異なる。以下では、第 1 の実施の形態からの変更点について説明する。

[0140] 本実施の形態のパターンは水平方向／垂直方向のエッジ成分を持っており、かつ、それぞれのパターンは、ある幅の周波数を持つことから、この 2 パターンとそれ以外のパターンとを区別するためのフィルタ処理を行う。図 30 は、 4×4 画素の場合のフィルタ処理マスクの一例を示している。図 30 (a) のフィルタ処理マスクの場合、例えば、図 30 (b) をフィルタ出力が正のパターンとし、図 30 (c) をフィルタ出力が負のパターンとする。

[0141] フィルタ処理は、画像全体に対して、 $M \times N$ 画素（例えば、 4×4 画素）のフィルタ処理マスクを n 画素づつ X/Y 方向にスキャンしながら行ってよい。スキャンは、図 31 に示したように、ラスタースキャン順に実施しても

よい。また、水平方向のフィルタを画像全体に施した後、垂直方向のフィルタを画像全体に施す、といったフィルタ処理の分割を行ってもよい。

[0142] 例えば、600 dpiで印刷したものを400 dpiでスキャンした場合、図22のパターンは、プリンタ／スキャナの特性により、図32のように高い周波数成分が鈍ったパターンとなる。同様に、500 dpiでスキャンした場合は図33のようになり、600 dpiでスキャンした場合は図34のようになる。なお、図32～図34において、(a)は情報‘1’を記録するパターンを示し、(b)は情報‘0’を記録するパターンを示している。

[0143] ここでは、400 dpiでスキャンする場合を例にとって説明する。400 dpiでスキャンする場合、本実施の形態の例では、図32に示すパターンを検出するため、フィルタ処理マスクは、図35に示した3×3画素のものを使用する。図35(a)のフィルタ処理マスクの場合、例えば、図35(b)をフィルタ出力が正のパターンとし、図35(c)をフィルタ出力が負のパターンとする。なお、この例は、図27に示した4×4のパターンを印刷した場合と同じ解像度でスキャンした場合にも適用できる。このマスクでフィルタ処理は、たとえば以下の式(1)のように記述できる。

[0144] [数6]

$$f = \sum_{i=0}^2 \left((P_{i,0} - P_{i,1}) \times (P_{i,2} - P_{i,1}) \right) - \sum_{j=0}^2 \left((P_{0,j} - P_{1,j}) \times (P_{2,j} - P_{1,j}) \right) \dots \quad (1)$$

[0145] フィルタ処理マスクを移動しながらフィルタ処理を行い、このフィルタ処理の出力fの集合、すなわち図31に示したようなスキャンをラスタースキャン順に実施した場合のフィルタ出力結果を生成する。フィルタの出力特性は図36のようになり、フィルタ出力値の正負で情報の1／0を判定できる。

[0146] フィルタ処理マスクを移動しながらフィルタ処理を行う場合、フィルタ処理マスクが信号ユニットと一致する場合とずれる場合がある。フィルタ出力

値は、信号ユニットと一致した場合にもっとも高い出力を出し、信号ユニットからずれるに従って出力値が低下するため、ピーク値を探索することで、信号位置を同期することができる。この処理については、上記第1の実施の形態と実質的に同様である。

[0147] (第2の実施の形態の効果)

以上説明したように、本実施の形態によれば、以下の効果が得られる。

- (2-1) 処理量が少ない。
- (2-2) パターンが小さいので密度を高くできる。
- (2-3) ドットパターンである必要はない。

[0148] (第3の実施の形態)

本実施の形態では、フィルタの応用例について説明する。

[0149] (1) 応用例1

印刷スキャンにより、エッジの高周波成分が鈍るよう変化した場合や、印刷時の黒ドナーのにじみなどにより高周波成分が鈍った場合に、式(1)では検出率が悪化しうまく検出できない。この場合は、図30に示した4×4のフィルタ処理マスクを使用し、高周波成分が鈍った場合も鈍らなかつた場合もエッジを検出できるように、式(1)を以下の式(2)のように拡張する。

[0150] [数7]

$$f = \sum_{i=0}^3 \{(P_{i,0} - \min(P_{i,1}, P_{i,2})) \times (P_{i,3} - \min(P_{i,1}, P_{i,2}))\} - \sum_{j=0}^3 \{(P_{0,j} - \min(P_{1,j}, P_{2,j})) \times (P_{3,j} - \min(P_{1,j}, P_{2,j}))\}$$

ただし、

$$\min(a, b) = \begin{cases} a & (a \leq b) \\ b & (a > b) \end{cases}$$

… (2)

[0151] このフィルタの出力特性は、図36のようになる。この出力結果を用いて、第1の実施の形態と同様に処理できる。このように、応用例1によれば、印刷／スキャンでエッジがぼやけたり、解像度が低下した場合でも、信号検出が可能となる。

[0152] (2) 応用例2

式(1), 式(2)は、同じ周波数で位相が逆(白黒が反転)のパターンにも反応するため、黒パターン間の疑似白エッジにも反応し、信号検出率に悪い影響を及ぼす。この逆位相への反応を抑制するために、逆相反応抑制手段($g(x)$)を用い、以下の式(3)のように変形することもできる。この例は、図30に示した 4×4 のフィルタ処理マスクを使用した場合である。

[0153] [数8]

$$f = \sum_{i=0}^3 \{g(P_{i,0} - \min(P_{i,1}, P_{i,2})) \times g(P_{i,3} - \min(P_{i,1}, P_{i,2}))\} - \sum_{j=0}^3 \{g(P_{0,j} - \min(P_{1,j}, P_{2,j})) \times g(P_{3,j} - \min(P_{1,j}, P_{2,j}))\}$$

ただし、

$$g(x) = \begin{cases} x & (x > 0) \\ 0 & (x \leq 0) \end{cases}$$

・・・ (3)

[0154] この出力結果を用いて、第1の実施の形態と同様に処理できる。このように、応用例2によれば、逆相の信号に反応しなくなるので、信号検出精度が向上する。

[0155] (3) 応用例3

図28のような隣接パターンとパターンが結合するようなパターンを使用した場合は、 4×4 パターンの周囲の画素を見てエッジの検出を行うため、図37のようなフィルタ処理マスクを用いる。図37(a)のフィルタ処理マスクの場合、例えば、図37(b)をフィルタ出力が正のパターンとし、図37(c)をフィルタ出力が負のパターンとする。フィルタ演算は、次の式(4)のように行う。

[0156] [数9]

$$f = \sum_{i=3}^4 \{g(P_{i,0} - \min(P_{i,1}, P_{i,2})) \times g(P_{i,3} - \min(P_{i,1}, P_{i,2}))\} - \sum_{j=3}^4 \{g(P_{0,j} - \min(P_{1,j}, P_{2,j})) \times g(P_{3,j} - \min(P_{1,j}, P_{2,j}))\}$$

・・・ (4)

[0157] このフィルタの出力特性は、図36のようになる。この出力結果を用いて

、第1の実施の形態と同様に処理できる。このように、応用例3によれば、図38(a)に示したように、信号を表現するパターンで、信号パターンを構成するドットパターンの間隔を広くとれるため、図38(b)に示した応用例1、2の場合と比較して、印刷／スキャンしても波形に鈍りが少なく、信号検出精度が向上する。

[0158] 以上、添付図面を参照しながら本発明にかかる透かし情報埋め込み装置、透かし情報検出装置、透かし情報埋め込み方法、透かし情報検出方法、および印刷物の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範囲内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

[0159] 例えば、フィルタ処理は、水平／垂直だけでなく、周波数成分の主成分が直交するパターンであれば、図39に示したような45度の斜め線（‘／’と‘＼’などの形状）パターンであってもよい。なお、図39において、(a)は情報‘1’を記録するパターンを示し、(b)は情報‘0’を記録するパターンを示している。この際、図39に示すパターンを検出するため、フィルタ処理マスクは、図40に示したものを使用する。図40(a)のフィルタ処理マスクの場合、例えば、図40(b)をフィルタ出力が正のパターンとし、図40(c)をフィルタ出力が負のパターンとする。この図39のパターンと図40のフィルタ処理マスクの場合、第2の実施形態のフィルタの式がそのまま使用できる。

[0160] また、上記実施の形態では、入力された画像データ15を、透かし入り画像合成部13に直接入力する場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、画像データ15を画像化する画像化部（画像化手段）を備えるようにし、画像化した画像を、透かし入り画像合成部13に入力するようにしてもよい。

産業上の利用可能性

[0161] 本発明は、電子透かし技術により画像に情報を埋め込む透かし情報埋め込

み装置／方法と、電子透かし技術により画像に埋め込まれた埋め込み情報を検出する透かし情報検出装置／方法、および印刷物に利用可能である。

請求の範囲

[1] 電子透かし技術により画像に情報を埋め込む透かし情報埋め込み装置であつて、
　　画像に埋め込む埋め込み情報の符号化を行う符号化部と、
　　前記符号化された埋め込み情報の各シンボルに対するパターンの割り当て
　　を行うパターン割り当て部と、
　　前記埋め込み情報に対応する前記パターンを前記画像に規則的に配置する
　　配置部と、
　　を備え、
　　前記各シンボルごとに、所定の空間的周期を持つ1または2以上のパターン
　　が割り当てられることを特徴とする、透かし情報埋め込み装置。

[2] 前記パターンは、一定の周波数と方向を持つ複数画素からなるパターンで
　　あることを特徴とする、請求項1に記載の透かし情報埋め込み装置。

[3] 前記パターンは、周波数成分の強い方向によって対応するシンボルを定め
　　ていることを特徴とする、請求項1に記載の透かし情報埋め込み装置。

[4] 前記パターンは、互いに直交する周波数を持つエッジ成分を持ち、該周波
　　数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めていることを特
　　徴とする、請求項1に記載の透かし情報埋め込み装置。

[5] 前記パターンは、特定の周波数の水平と垂直のエッジ成分を持ち、該周波
　　数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めていることを特
　　徴とする、請求項4に記載の透かし情報埋め込み装置。

[6] 前記各シンボルごとに、近い周波数と方向を持つ2以上のパターンが割り
　　当てられることを特徴とする、請求項1に記載の透かし情報埋め込み装置。

[7] 前記配置部は、前記パターンの配置時に、画像上の画素と該パターンの画
　　素とを画素単位で比較し、該パターンを配置するか否かを画素単位で切り替
　　えることを特徴とする、請求項1に記載の情報埋め込み装置。

[8] 前記比較は、画素の値で行うことを特徴とする、請求項7に記載の透かし
　　情報埋め込み装置。

[9] 前記比較は、前記画像上の画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素か、および、前記パターンの画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素かを判断することによって行うことを特徴とする、請求項7に記載の透かし情報埋め込み装置。

[10] 前記配置部は、前記画像上の画素が背景を構成する画素の場合にのみパターンを配置することを特徴とする、請求項8に記載の透かし情報埋め込み装置。

[11] 前記パターンは、隣接するパターンとパターンが接するパターンであることを特徴とする、請求項1に記載の透かし情報埋め込み装置。

[12] さらに、任意のデータを前記画像に変換する画像化部を備えたことを特徴とする、請求項1に記載の透かし情報埋め込み装置。

[13] さらに、前記埋め込み情報が埋め込まれた画像を、印刷可能な媒体に印刷する印刷部を備えたことを特徴とする、請求項1に記載の透かし情報埋め込み装置。

[14] 電子透かし技術により画像に埋め込まれた埋め込み情報を検出する透かし情報検出装置であって、
画像に配置された、前記埋め込み情報に対応するパターンを検出する検出部を備え、
前記パターンは、請求項1に記載の透かし情報埋め込み装置によって前記画像に配置されたパターンであることを特徴とする、透かし情報検出装置。

[15] 前記パターンは、埋め込み時よりも劣化したパターンであることを特徴とする、請求項1-4に記載の透かし情報検出装置。

[16] 前記検出部は、検出したパターンから、該パターンに対応するシンボルを決定し、該シンボルを結合することで、前記埋め込み情報を復元することを特徴とする、請求項1-4に記載の透かし情報検出装置。

[17] 前記検出部は、画像中の微小領域に対するフィルタ処理を、画像中の微小領域よりも大きな領域に対して走査しながらフィルタ処理を行うことを特徴とする、請求項1-4に記載の透かし情報検出装置。

- [18] 走査したフィルタ処理結果から、パターンが記録されている単位でフィルタ出力値のピーク値を探索し、パターン位置を特定することを特徴とする、請求項 17 に記載の透かし情報検出装置。
- [19] 前記検出部は、前記フィルタの出力値の正負によって、パターンを特定することを特徴とする、請求項 14 に記載の透かし情報検出装置。
- [20] 前記検出部は、逆相のパターンに対する反応を低減するフィルタを使用することを特徴とする、請求項 14 に記載の透かし情報検出装置。
- [21] 前記検出部は、パターンの周波数が低下しても正しく信号検出可能なフィルタを使用することを特徴とする、請求項 14 に記載の透かし情報検出装置。
- [22] 前記検出部は、エッジ検出時のサンプル値の一部に、周囲のある一定範囲の画素の濃度、輝度、彩度、または色度の最高値または最低値を使用するフィルタを使用することを特徴とする、請求項 21 に記載の透かし情報検出装置。
。
- [23] 電子透かし技術により画像に情報を埋め込む透かし情報埋め込み方法であつて、
　　画像に埋め込む埋め込み情報の符号化を行う符号化工程と、
　　前記符号化された埋め込み情報の各シンボルに対するパターンの割り当てを行うパターン割り当て工程と、
　　前記埋め込み情報に対応する前記パターンを前記画像に規則的に配置する配置工程と、
　　を含み、
　　前記各シンボルごとに、所定の空間的周期を持つ 1 または 2 以上のパターンが割り当てられることを特徴とする、透かし情報埋め込み方法。
- [24] 前記パターンは、一定の周波数と方向を持つ複数画素からなるパターンであることを特徴とする、請求項 23 に記載の透かし情報埋め込み方法。
- [25] 前記パターンは、周波数成分の強い方向によって対応するシンボルを定めていることを特徴とする、請求項 23 に記載の透かし情報埋め込み方法。
- [26] 前記パターンは、互いに直交する周波数を持つエッジ成分を持ち、該周波

数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めていることを特徴とする、請求項 2 3 に記載の透かし情報埋め込み方法。

- [27] 前記パターンは、特定の周波数の水平と垂直のエッジ成分を持ち、該周波数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めていることを特徴とする、請求項 2 6 に記載の透かし情報埋め込み方法。
- [28] 前記各シンボルごとに、近い周波数と方向を持つ 2 以上のパターンが割り当てられることを特徴とする、請求項 2 3 に記載の透かし情報埋め込み方法。
- [29] 前記配置工程において、前記パターンの配置時に、画像上の画素と該パターンの画素とを画素単位で比較し、該パターンを配置するか否かを画素単位で切り替えることを特徴とする、請求項 2 3 に記載の透かし情報埋め込み方法。
- [30] 前記比較は、画素の値で行うことを特徴とする、請求項 2 9 に記載の透かし情報埋め込み方法。
- [31] 前記比較は、前記画像上の画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素か、および、前記パターンの画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素かを判断することによって行うことを特徴とする、請求項 2 9 に記載の透かし情報埋め込み方法。
- [32] 前記配置工程において、前記画像上の画素が背景を構成する画素の場合にのみパターンを配置することを特徴とする、請求項 3 0 に記載の透かし情報埋め込み方法。
- [33] 前記パターンは、隣接するパターンとパターンが接するパターンであることを特徴とする、請求項 2 3 に記載の透かし情報埋め込み方法。
- [34] さらに、任意のデータを前記画像に変換する画像化工程を含むことを特徴とする、請求項 2 3 に記載の透かし情報埋め込み方法。
- [35] さらに、前記埋め込み情報が埋め込まれた画像を、印刷可能な媒体に印刷する印刷工程を含むことを特徴とする、請求項 2 3 に記載の透かし情報埋め込み方法。

[36] 電子透かし技術により画像に埋め込まれた埋め込み情報を検出する透かし情報検出方法であって、
画像に配置された、前記埋め込み情報に対応するパターンを検出する検出工程を含み、
前記パターンは、請求項23に記載の透かし情報埋め込み方法によって前記画像に配置されたパターンであることを特徴とする、透かし情報検出方法。

[37] 前記パターンは、埋め込み時よりも劣化したパターンであることを特徴とする、請求項36に記載の透かし情報検出方法。

[38] 前記検出工程において、検出したパターンから、該パターンに対応するシンボルを決定し、該シンボルを結合することで、前記埋め込み情報を復元することを特徴とする、請求項36に記載の透かし情報検出方法。

[39] 前記検出工程において、画像中の微小領域に対するフィルタ処理を、画像中の微小領域よりも大きな領域に対して走査しながらフィルタ処理を行うことを特徴とする、請求項36に記載の透かし情報検出方法。

[40] 走査したフィルタ処理結果から、パターンが記録されている単位でフィルタ出力値のピーク値を探査し、パターン位置を特定することを特徴とする、請求項39に記載の透かし情報検出方法。

[41] 前記検出工程において、前記フィルタの出力値の正負によって、パターンを特定することを特徴とする、請求項36に記載の透かし情報検出方法。

[42] 前記検出工程において、逆相のパターンに対する反応を低減するフィルタを使用することを特徴とする、請求項36に記載の透かし情報検出方法。

[43] 前記検出工程において、パターンの周波数が低下しても正しく信号検出可能なフィルタを使用することを特徴とする、請求項36に記載の透かし情報検出方法。

[44] 前記検出工程において、エッジ検出時のサンプル値の一部に、周囲のある一定範囲の画素の濃度、輝度、彩度、または色度の最高値または最低値を使用するフィルタを使用することを特徴とする、請求項43に記載の透かし情報

検出方法。

[45] 電子透かし技術により画像に情報を埋め込んで出力された印刷物であって、
画像に埋め込む埋め込み情報を符号化した各シンボルに対し、前記各シンボルごとに割り当てられた所定の空間的周期を持つ 1 または 2 以上のパターンのいずれかが割り当てられており、前記埋め込み情報に対応する前記パターンが前記画像に規則的に配置されたことを特徴とする、印刷物。

[46] 前記パターンは、一定の周波数と方向を持つ複数画素からなるパターンであることを特徴とする、請求項 4 5 に記載の印刷物。

[47] 前記パターンは、周波数成分の強い方向によって対応するシンボルを定めていることを特徴とする、請求項 4 5 に記載の印刷物。

[48] 前記パターンは、互いに直交する周波数を持つエッジ成分を持ち、該周波数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めていることを特徴とする、請求項 4 5 に記載の印刷物。

[49] 前記パターンは、特定の周波数の水平と垂直のエッジ成分を持ち、該周波数の強いエッジ成分の方向によって対応するシンボルを定めていることを特徴とする、請求項 4 8 に記載の印刷物。

[50] 前記各シンボルごとに、近い周波数と方向を持つ 2 以上のパターンが割り当てられることを特徴とする、請求項 4 5 に記載の印刷物。

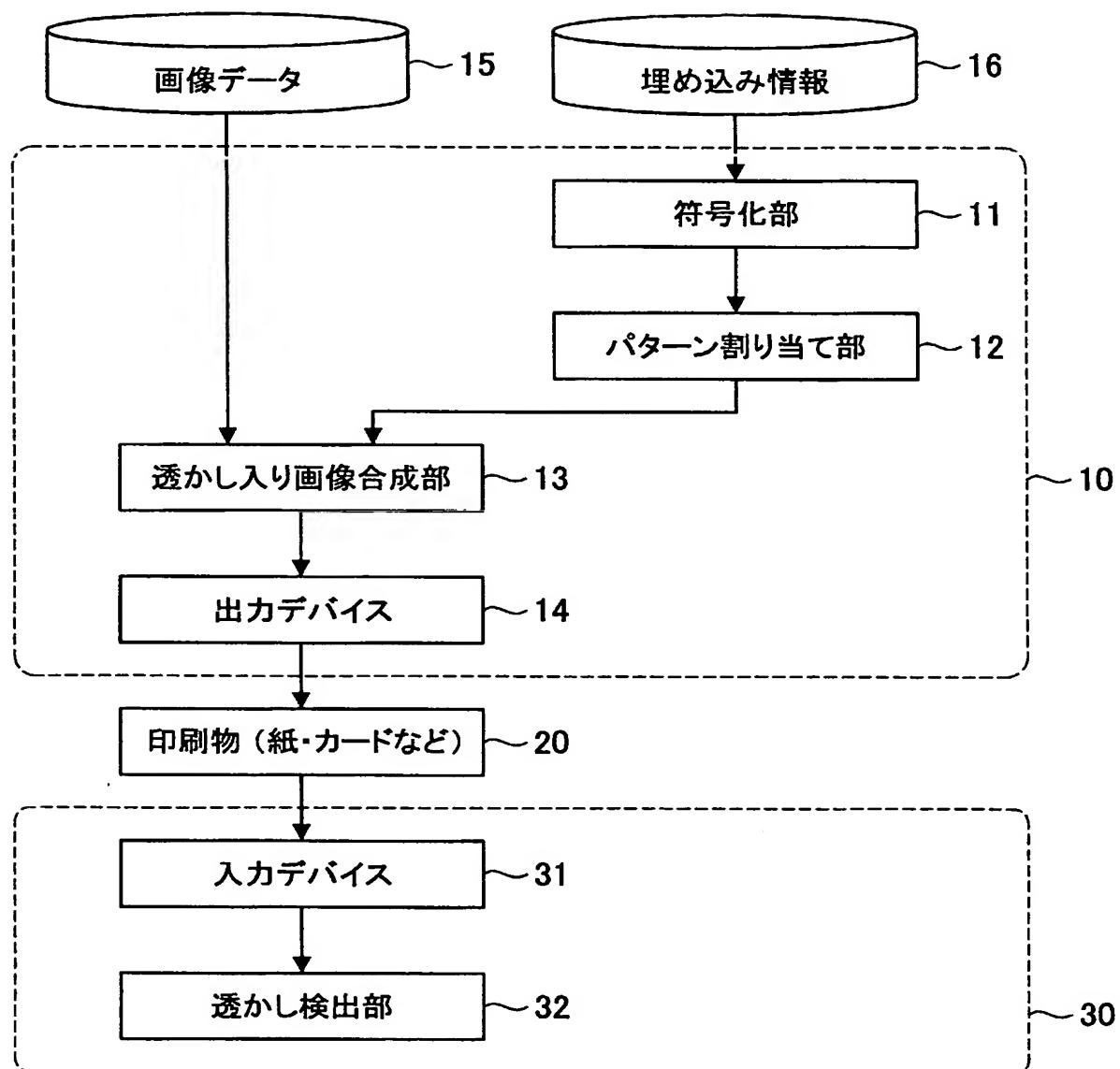
[51] 前記パターンの配置時に、画像上の画素と該パターンの画素とを画素単位で比較し、該パターンを配置するか否かを画素単位で切り替えることを特徴とする、請求項 4 5 に記載の印刷物。

[52] 前記比較は、画素の値で行うことを特徴とする、請求項 5 1 に記載の印刷物。

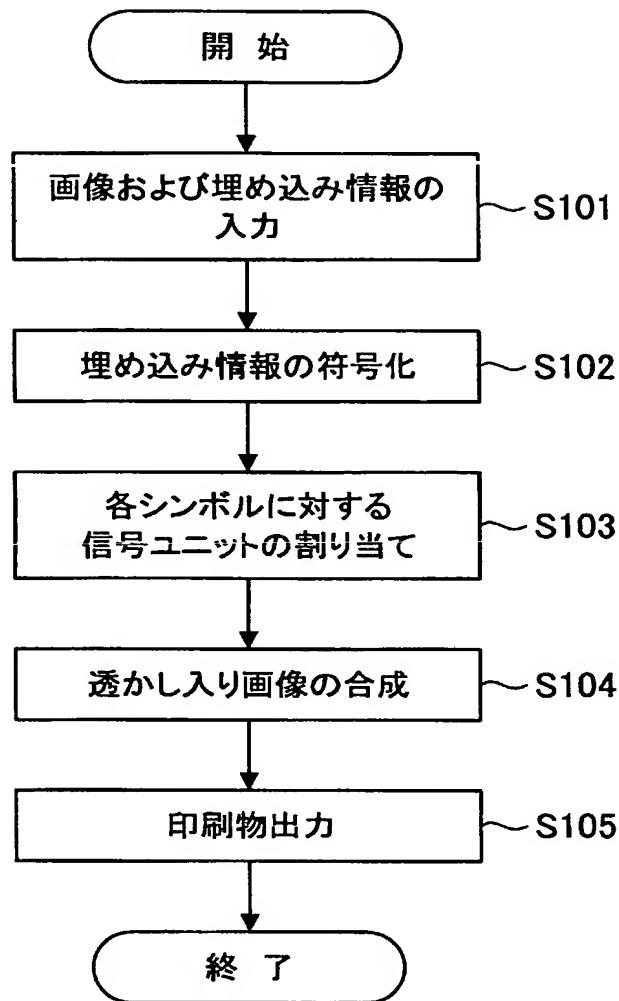
[53] 前記比較は、前記画像上の画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素か、および、前記パターンの画素が前景を構成する画素か背景を構成する画素かを判断することによって行うことを行なうことを特徴とする、請求項 5 1 に記載の印刷物。

- [54] 前記画像上の画素が背景を構成する画素の場合にのみパターンを配置することを特徴とする、請求項 5 2 に記載の印刷物。
- [55] 前記パターンは、隣接するパターンとパターンが接するパターンであることを特徴とする、請求項 4 5 に記載の印刷物。

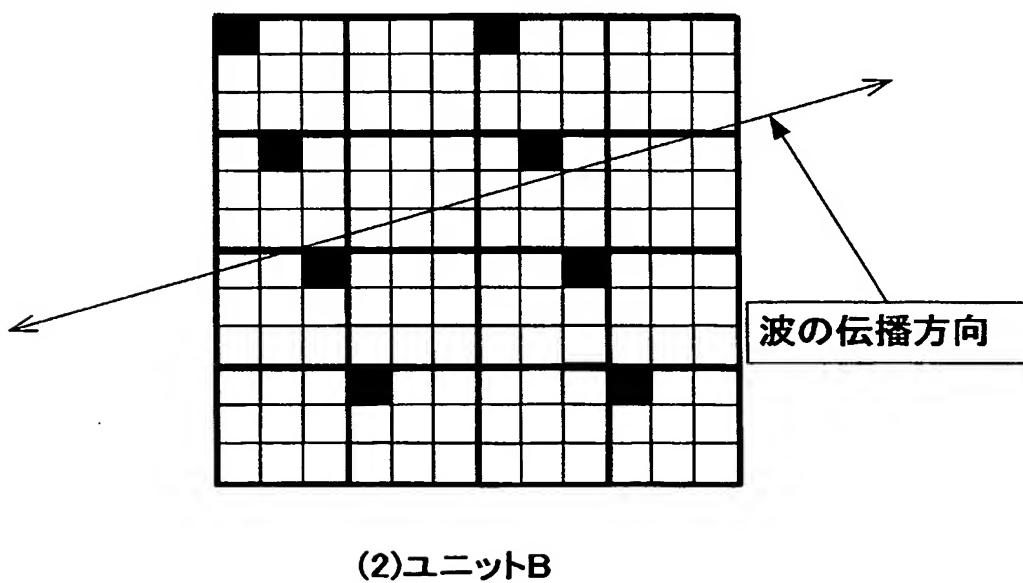
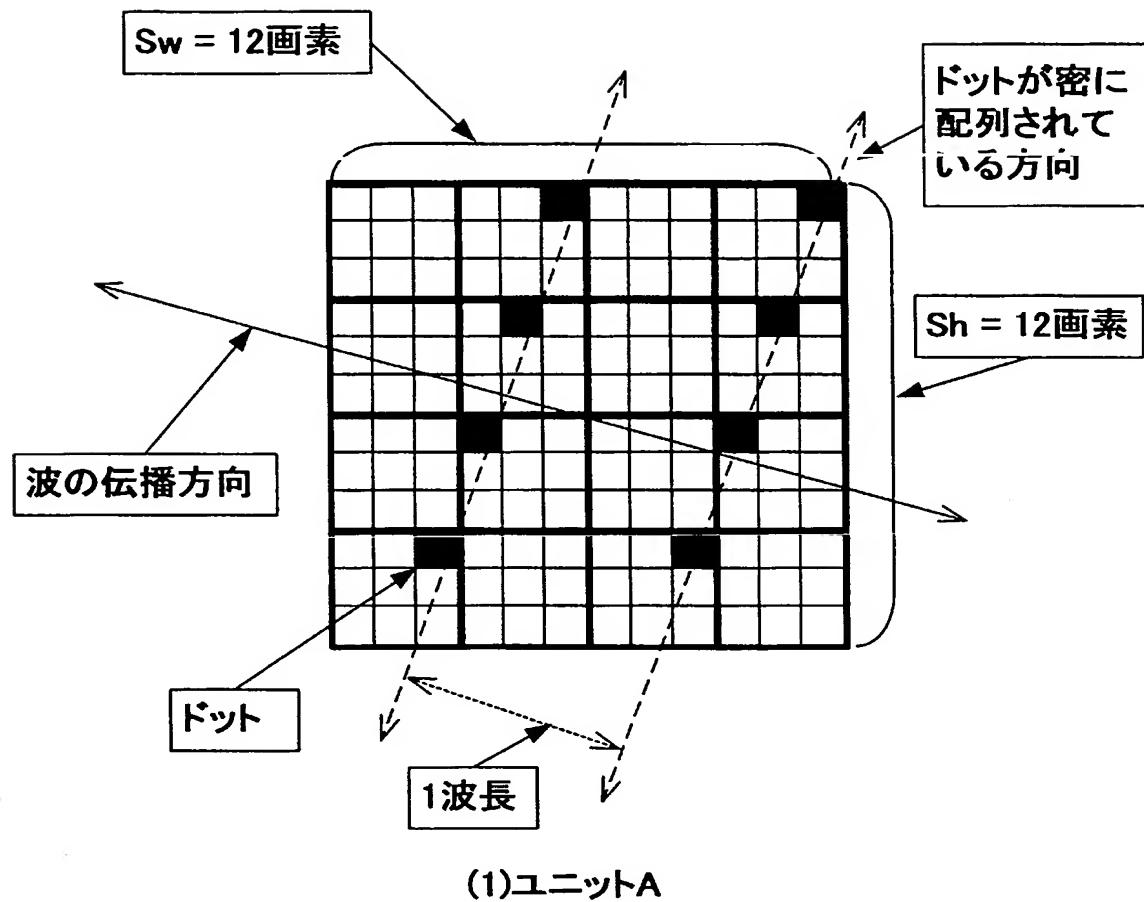
[図1]



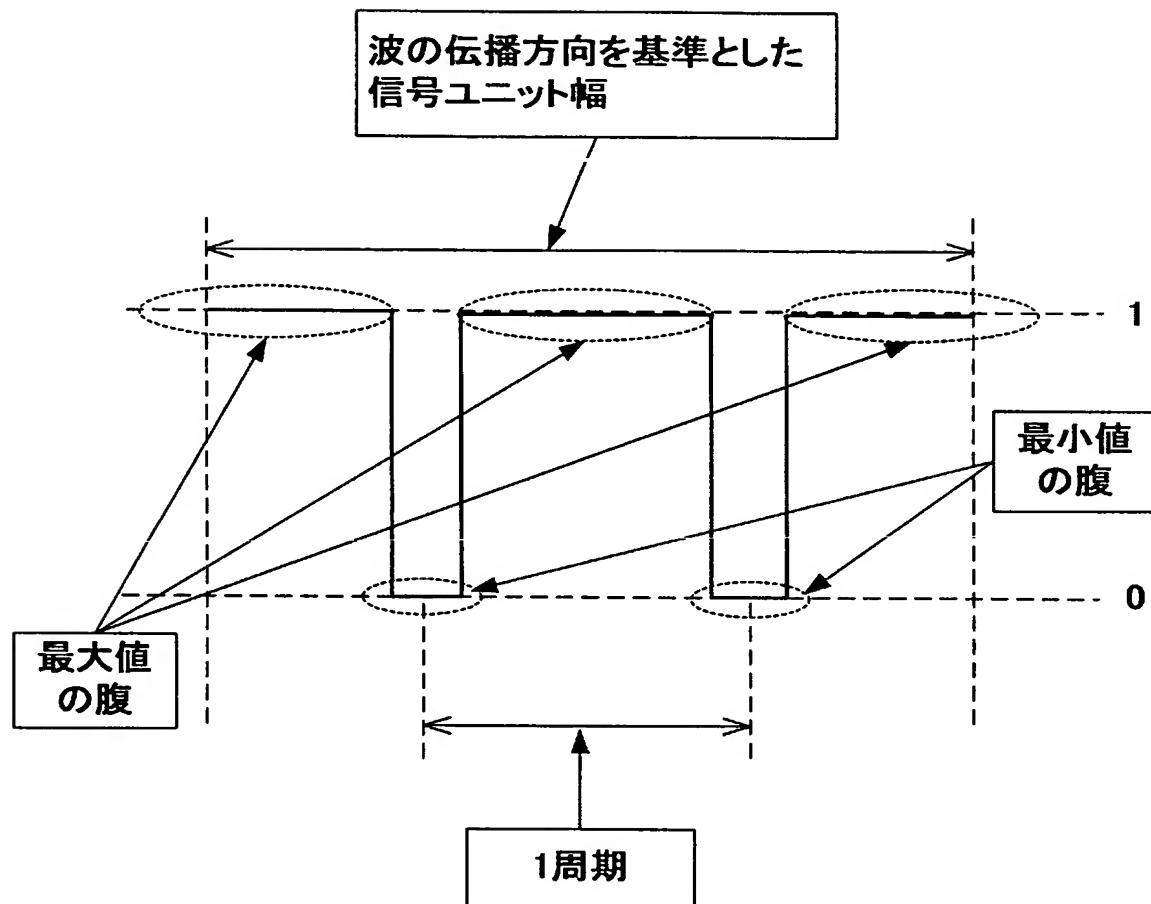
[図2]



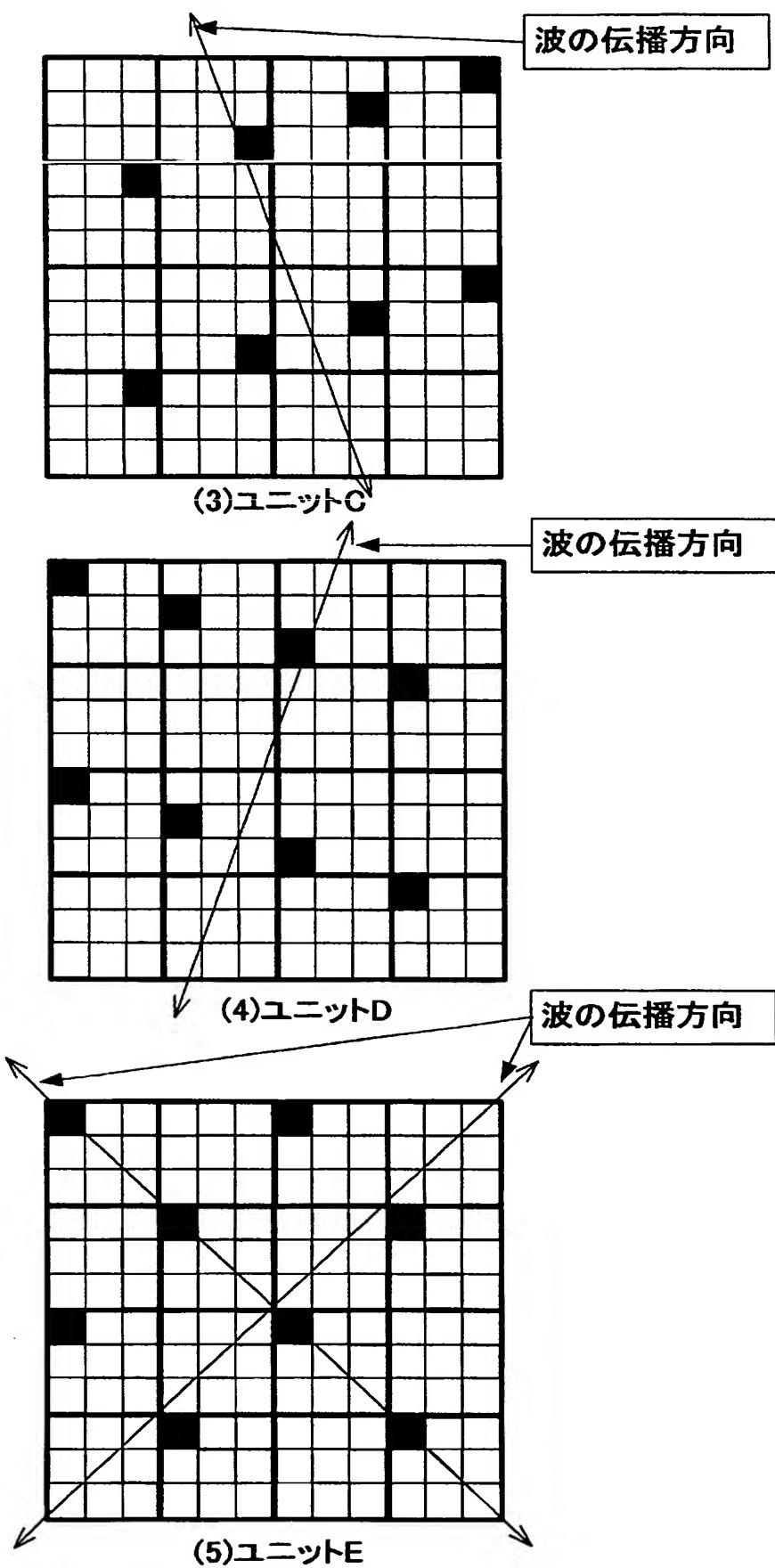
[図3]



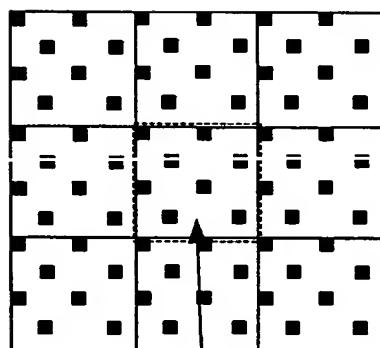
[図4]



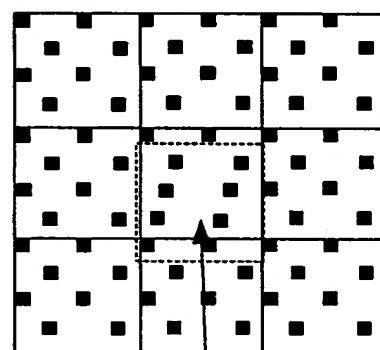
[図5]



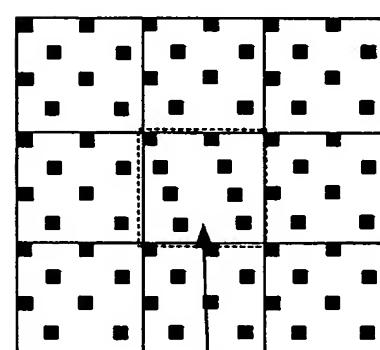
[図6]



(1)

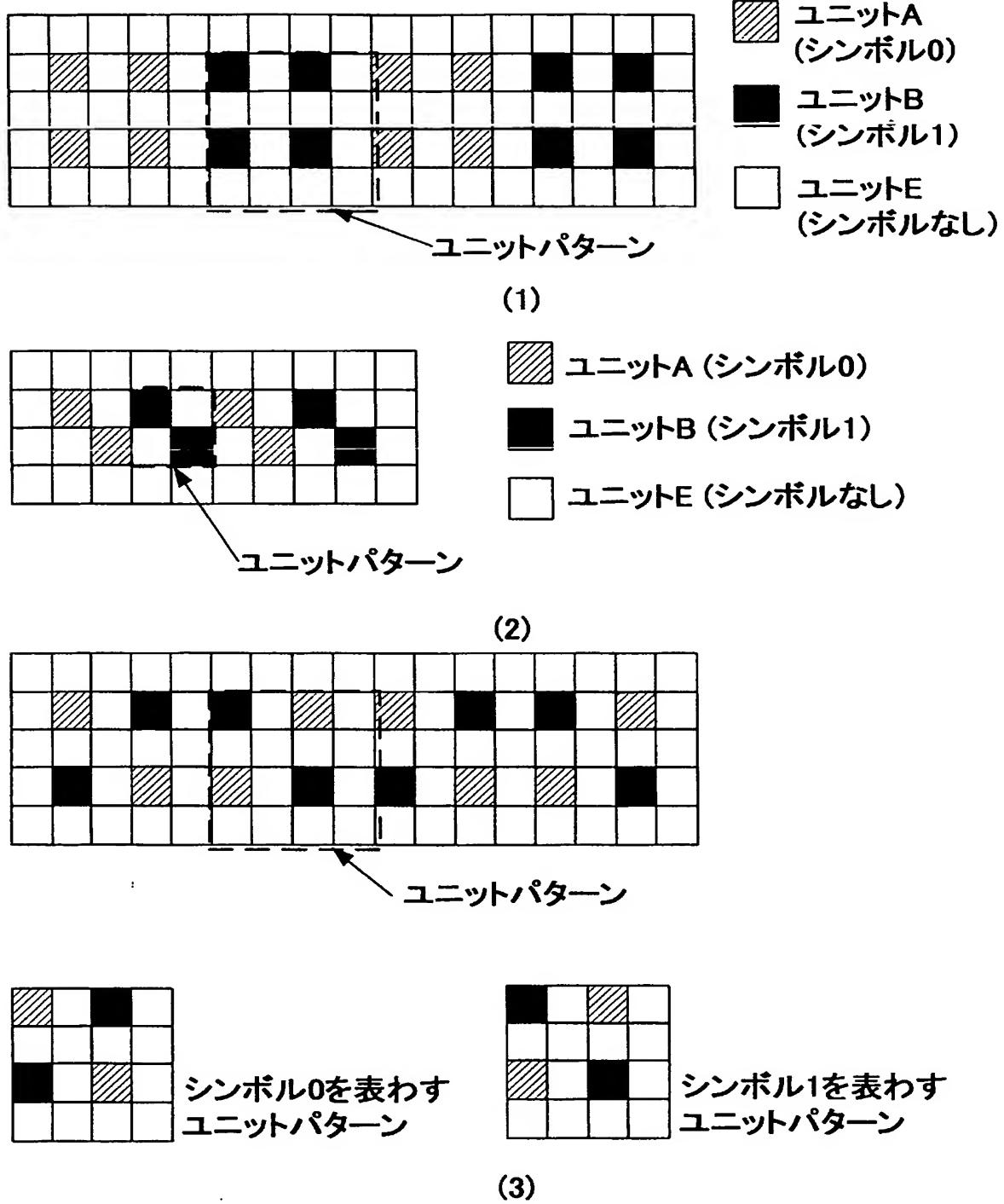


(2)

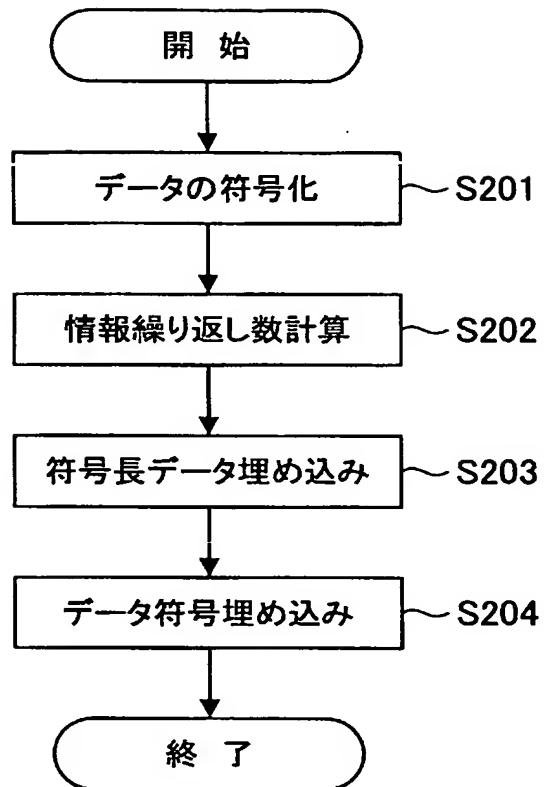


(3)

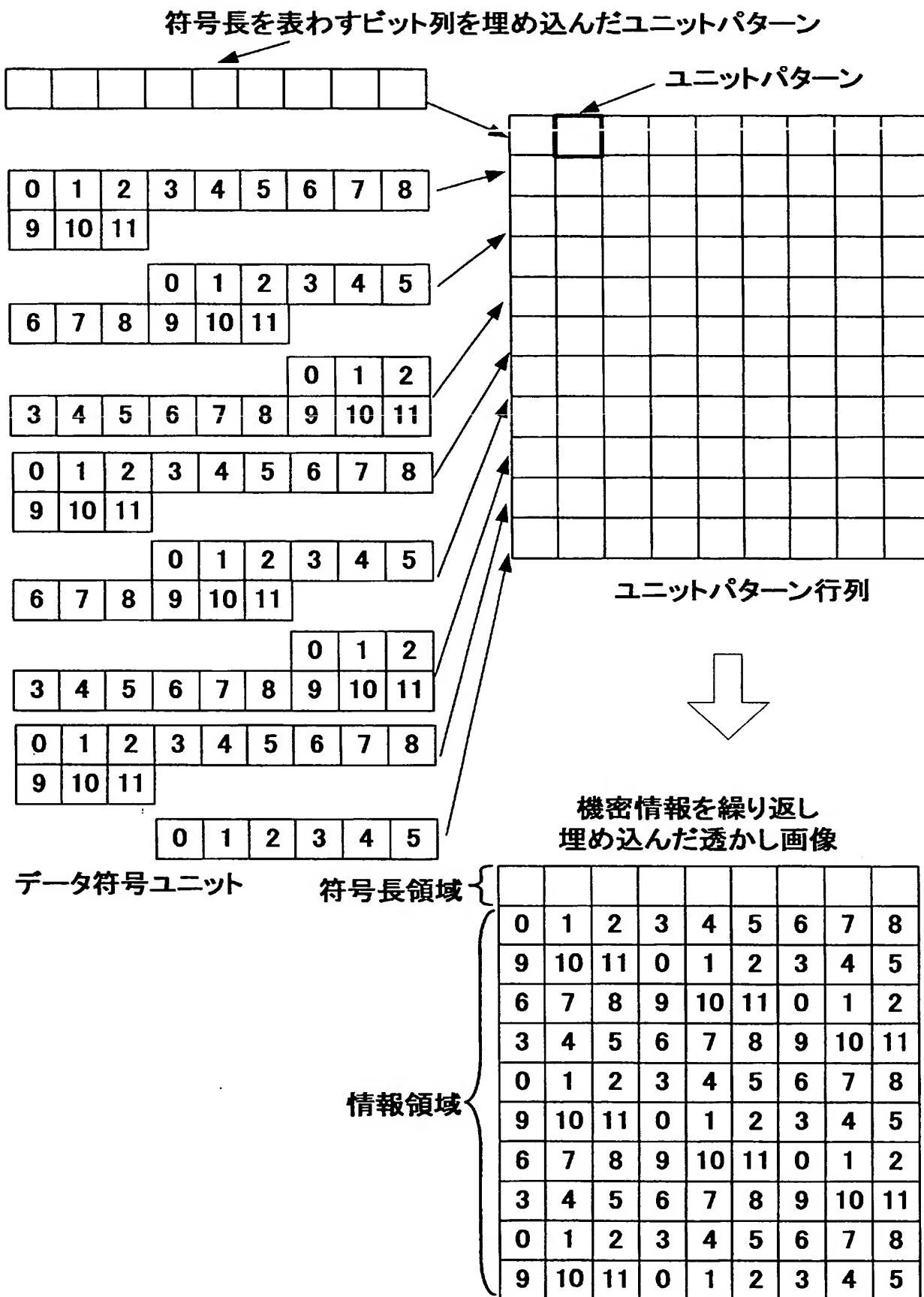
[図7]



[図8]



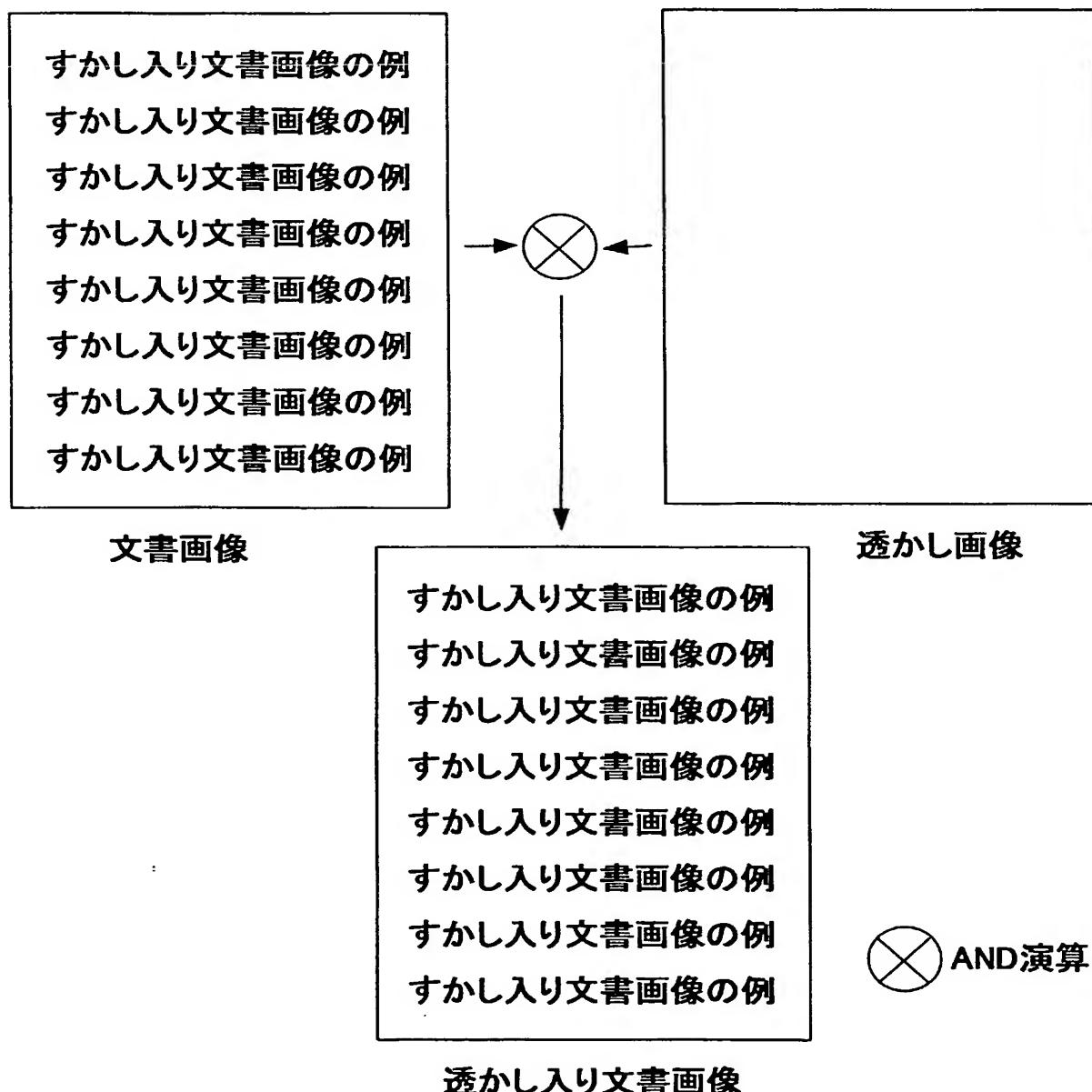
[図9]



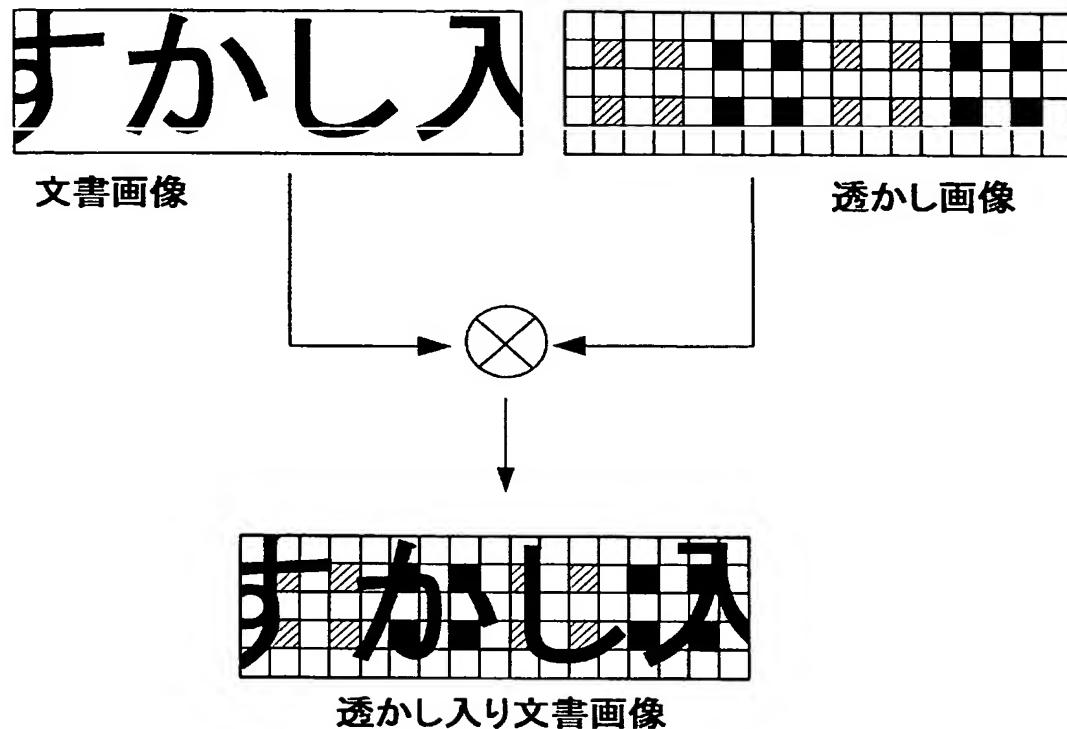
[図10]

信号ユニット色	入力画像上の色	合成画像上の色
前景色	前景色	入力画像の前景色
前景色	背景色	信号ユニットの前景色
背景色	前景色	入力画像の前景色
背景色	背景色	入力画像の背景色

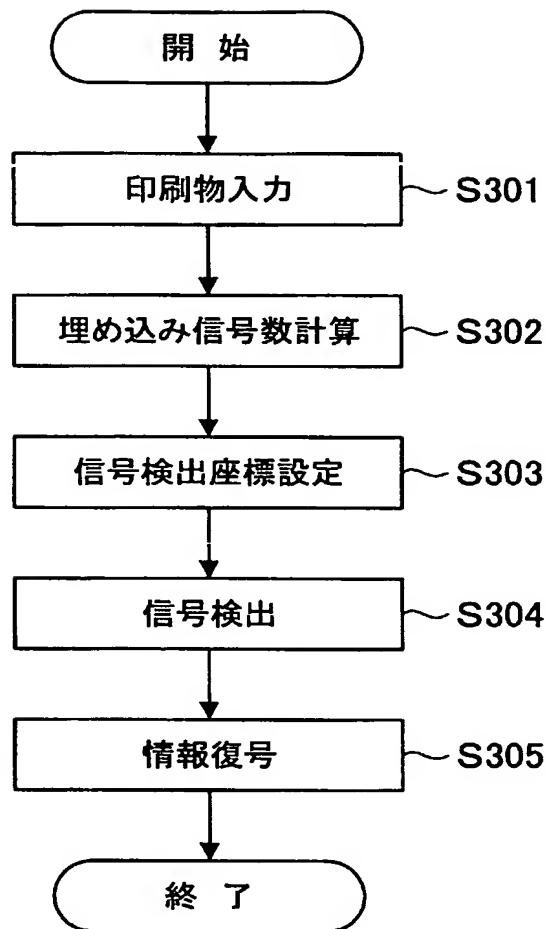
[図11]



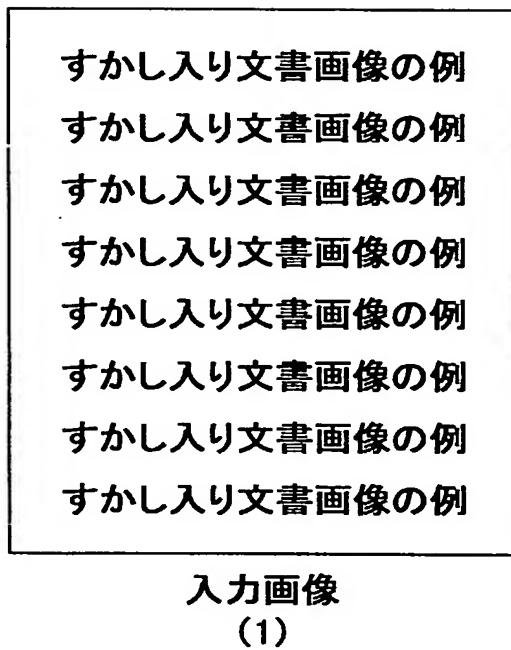
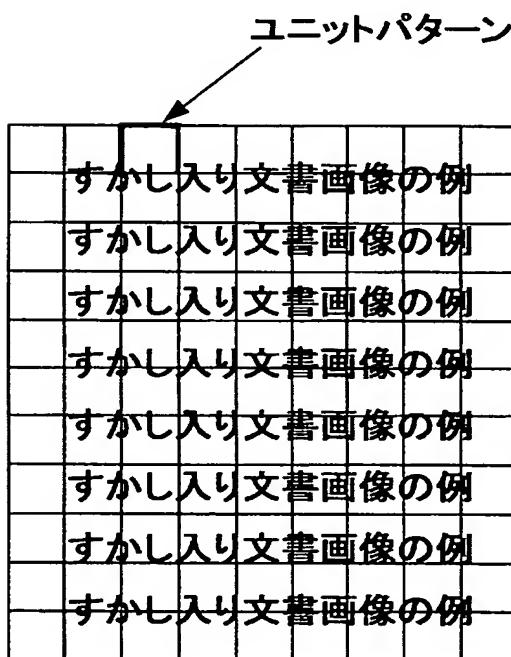
[図12]



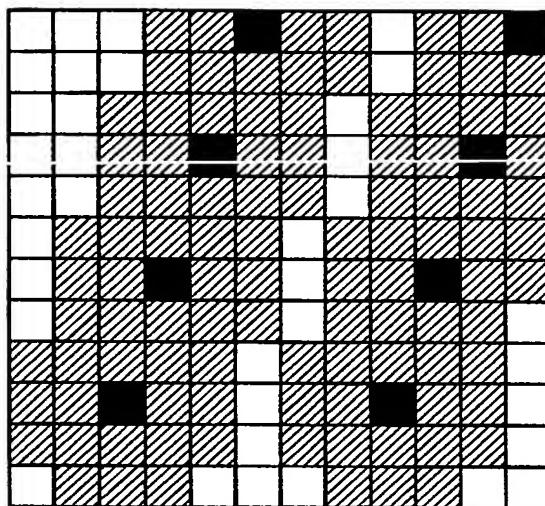
[図13]



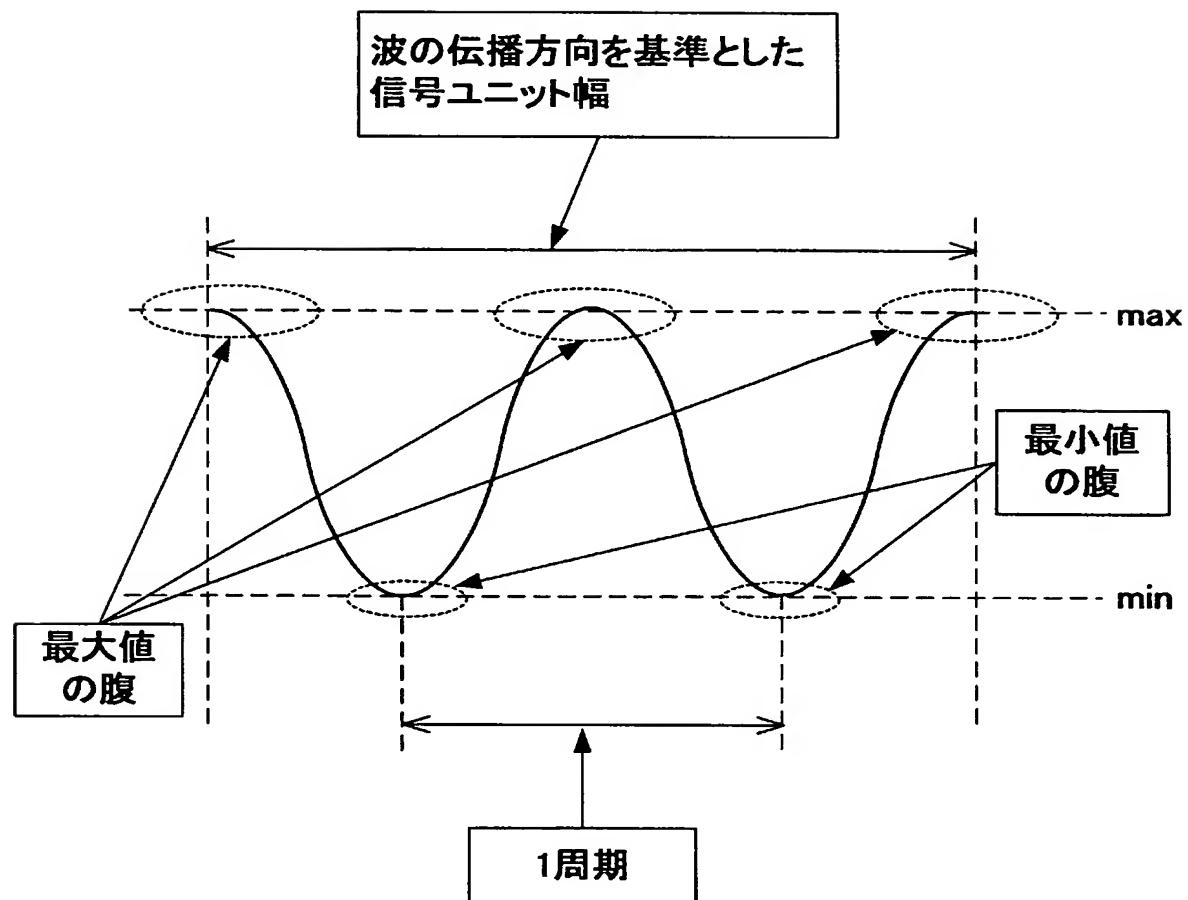
[図14]

入力画像
(1)座標設定後
(2)

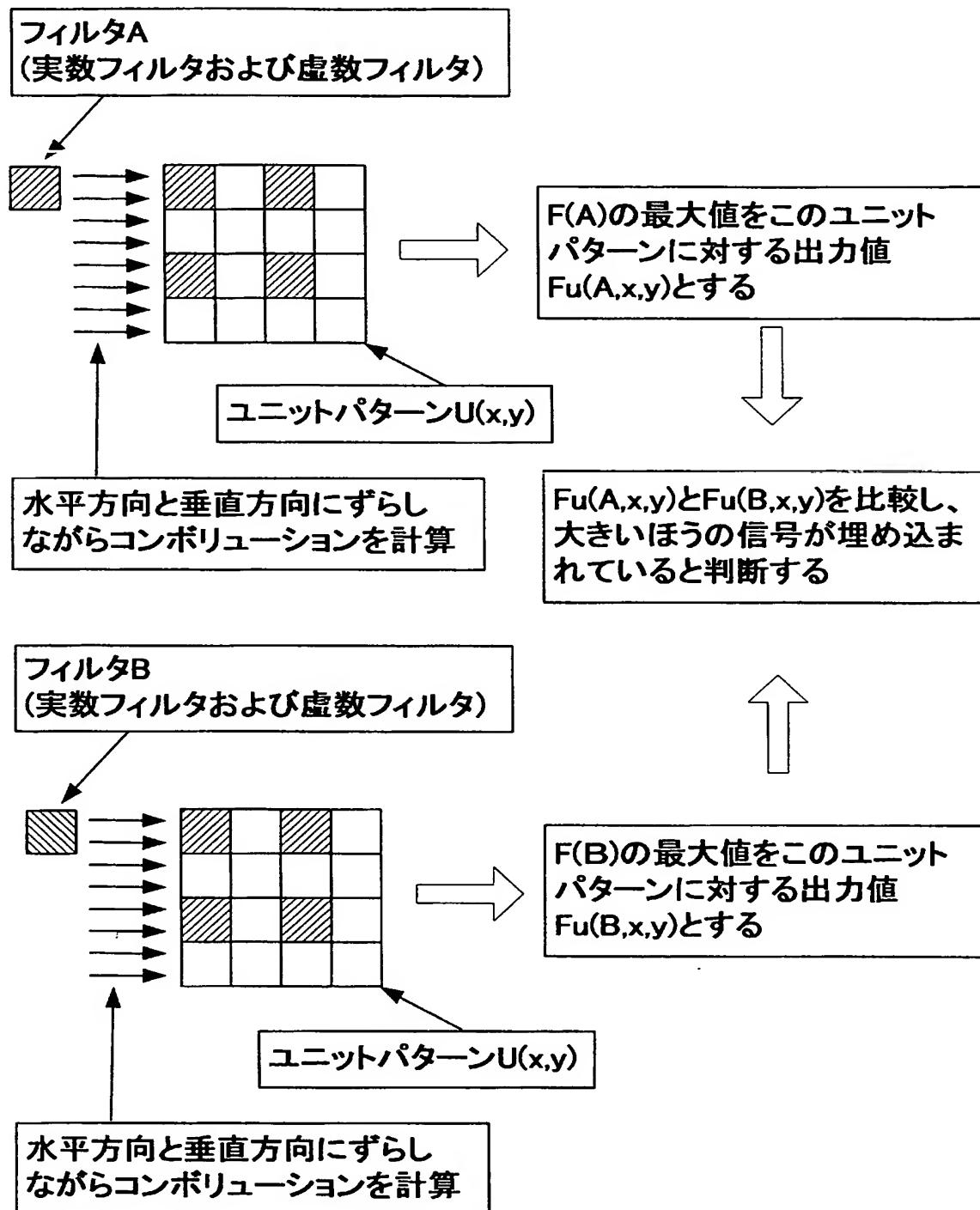
[図15]



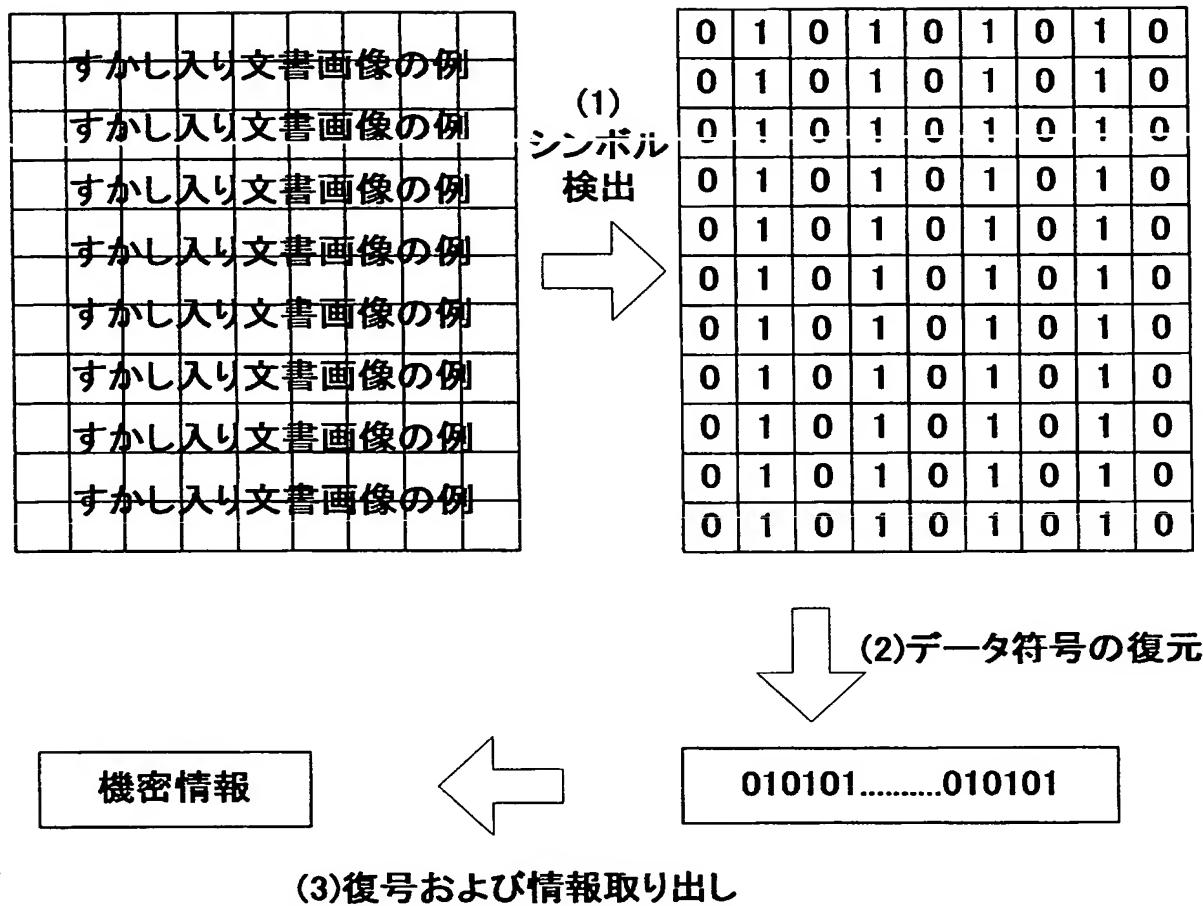
[図16]



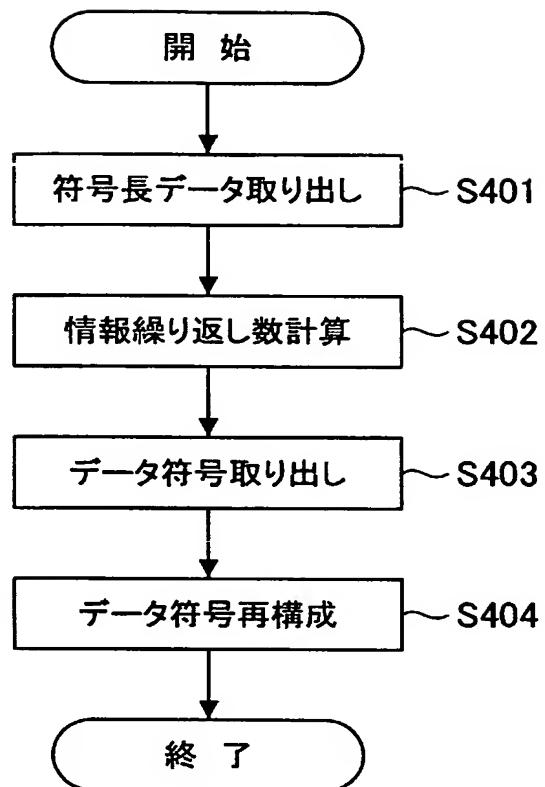
[図17]



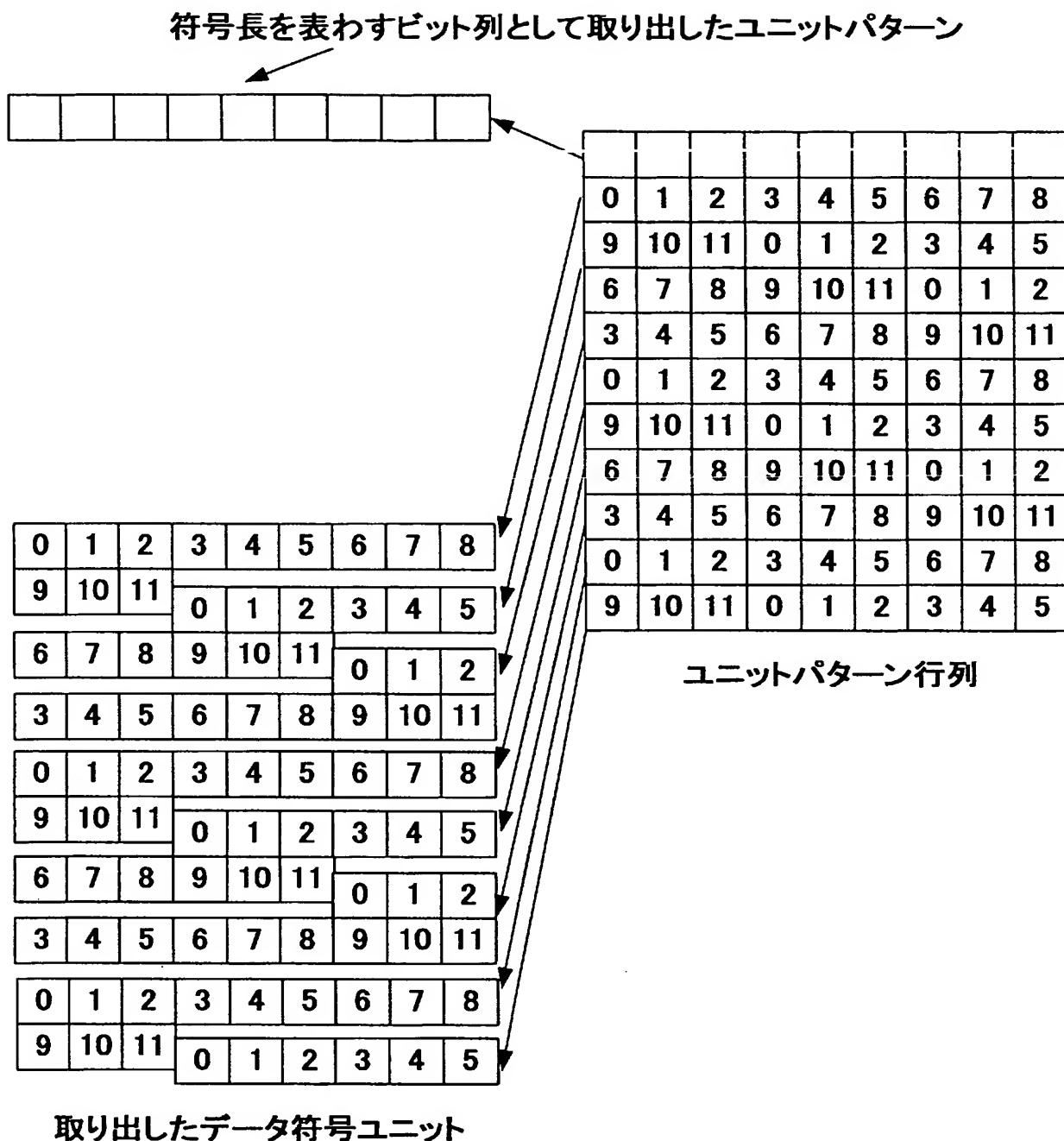
[図18]



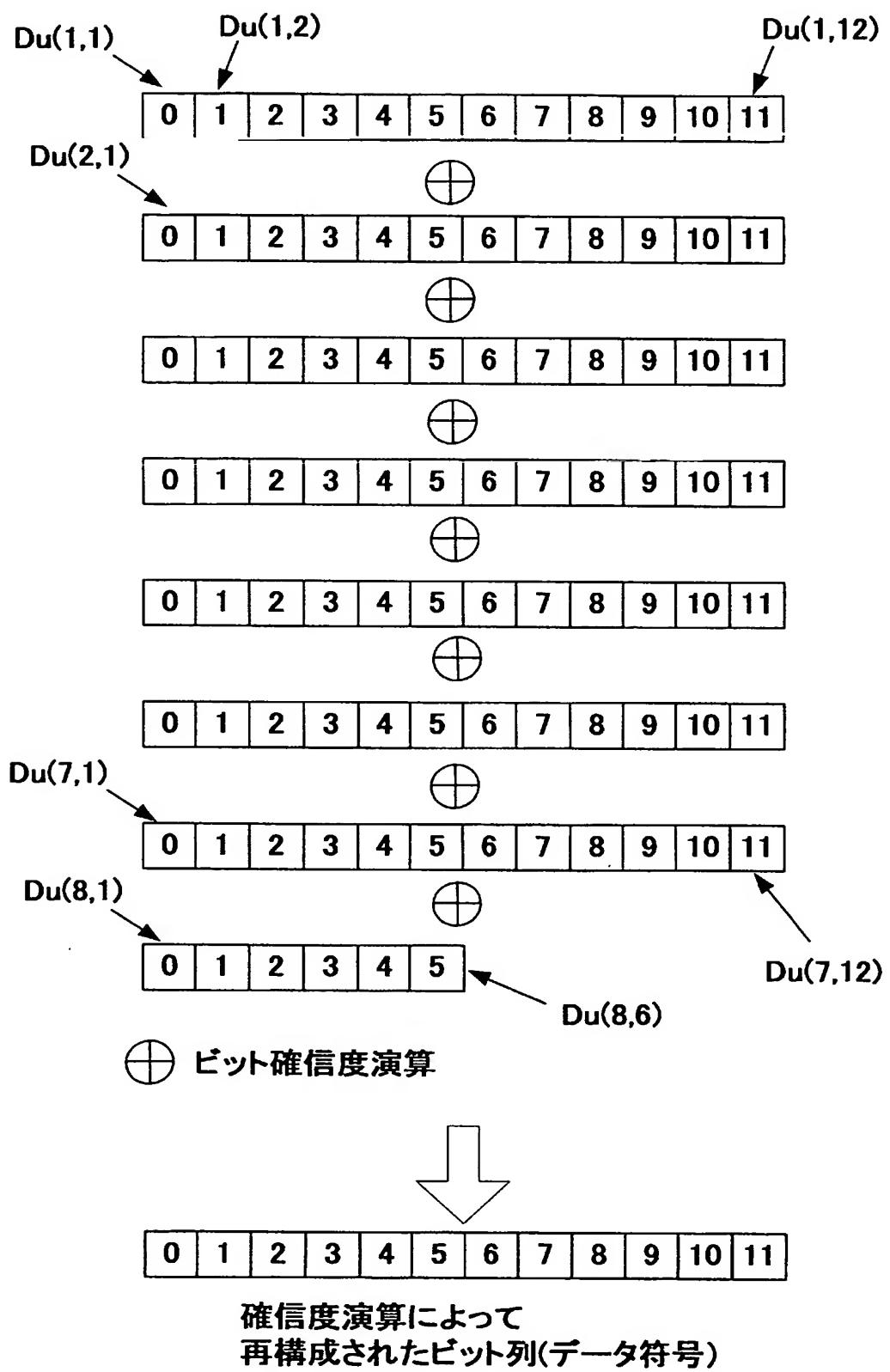
[図19]



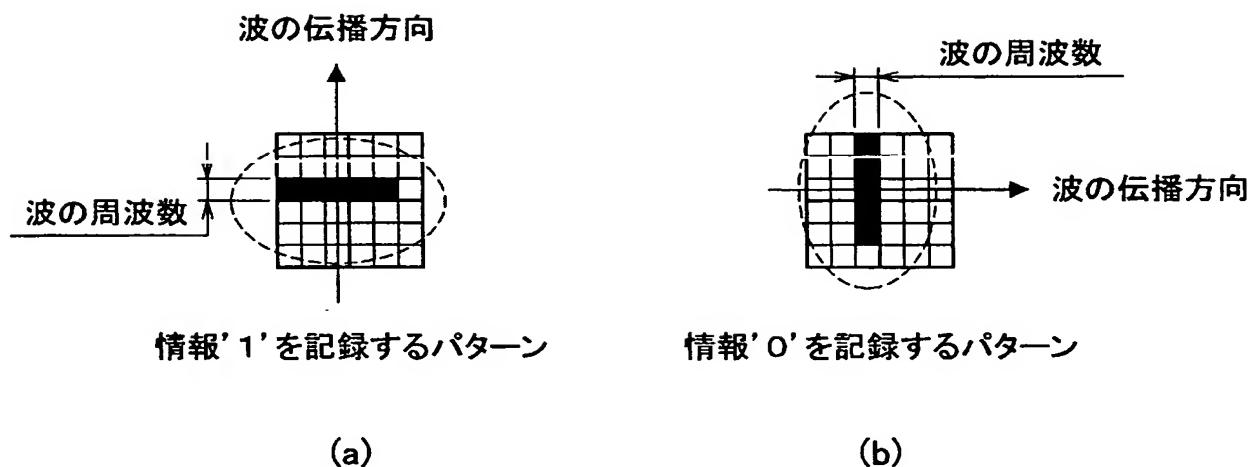
[図20]



[図21]

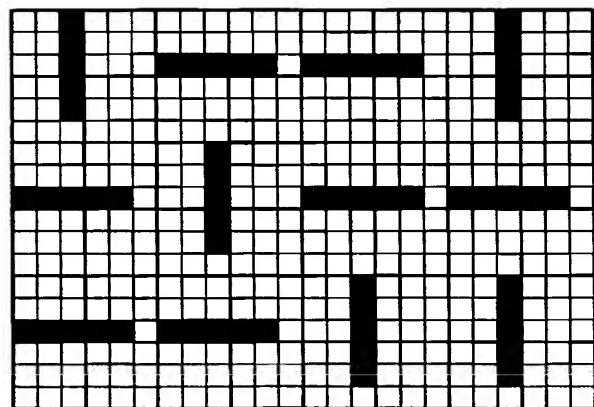


[図22]



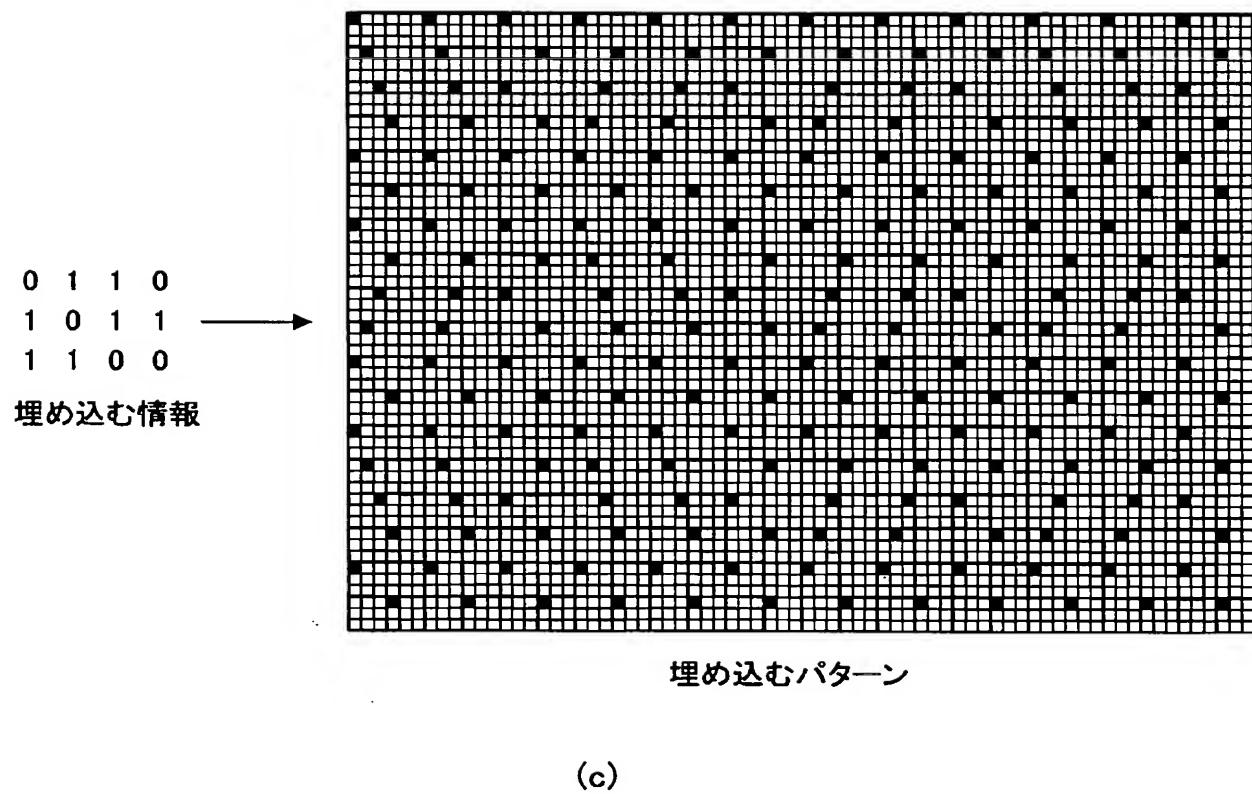
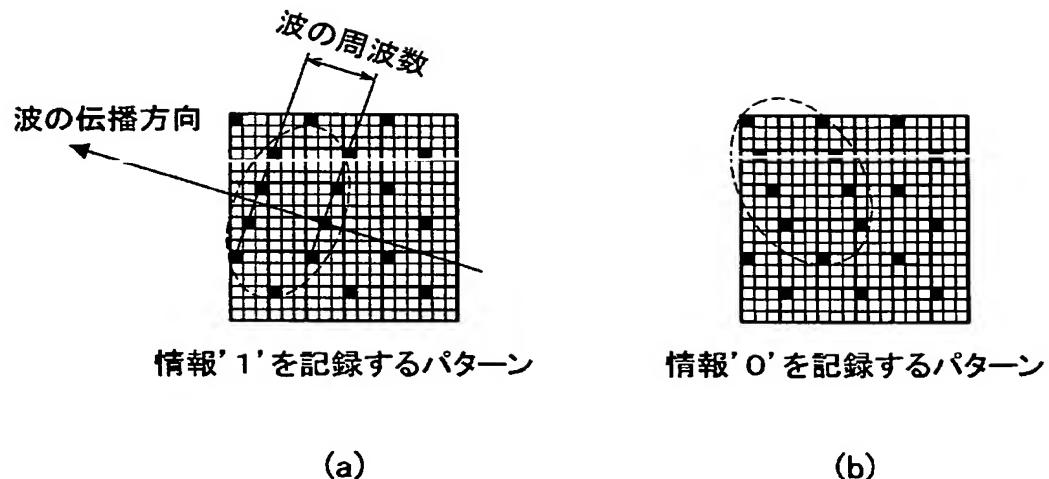
0 1 1 0
1 0 1 1
1 1 0 0

埋め込む情報

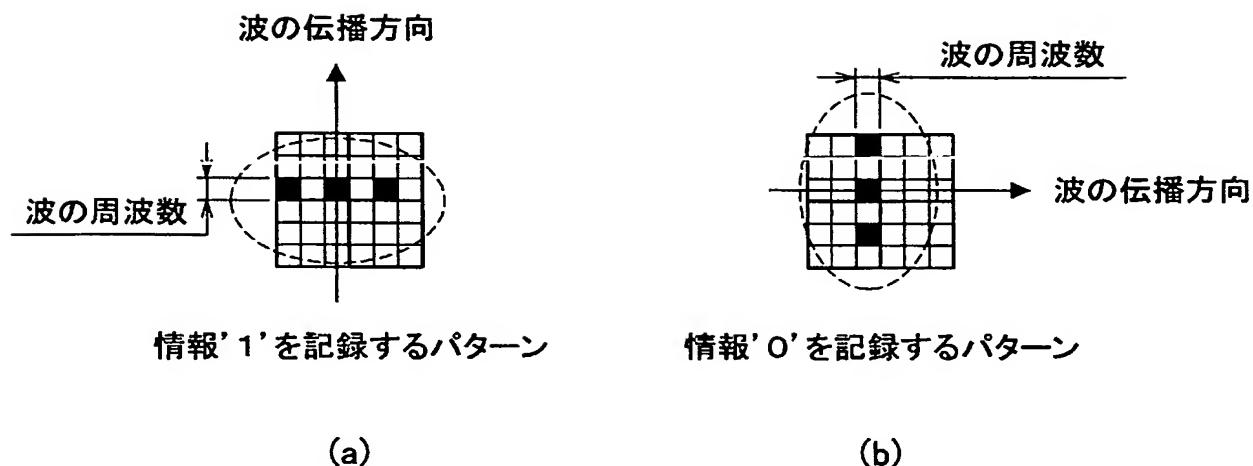


(c)

[図23]

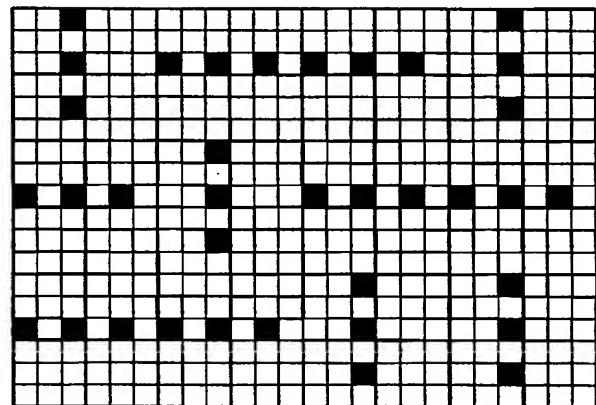


[図24]



0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0

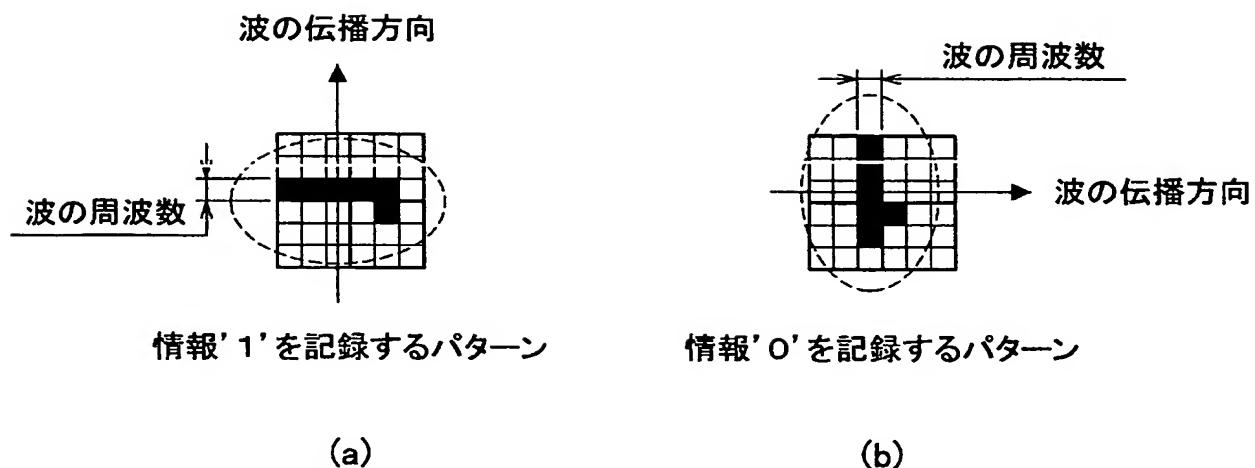
埋め込む情報



埋め込むパターン

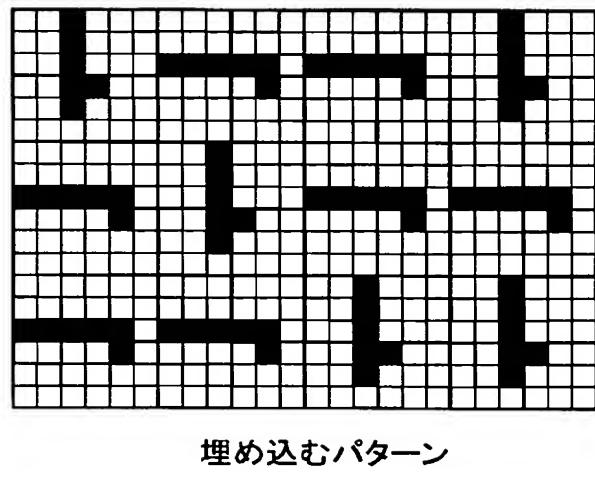
(c)

[図25]



0 1 1 0
1 0 1 1
1 1 0 0

埋め込む情報



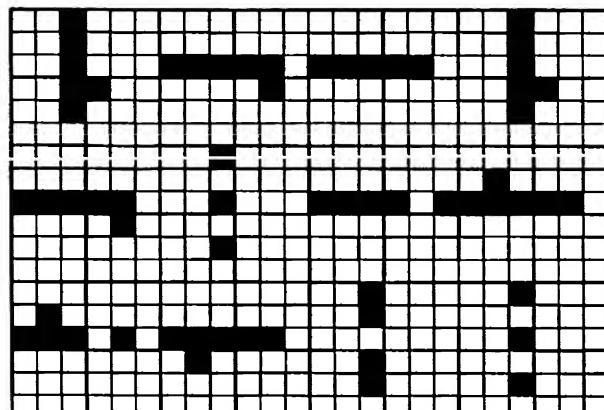
(c)

[図26]

パターン切り替え情報
(または、乱数など)

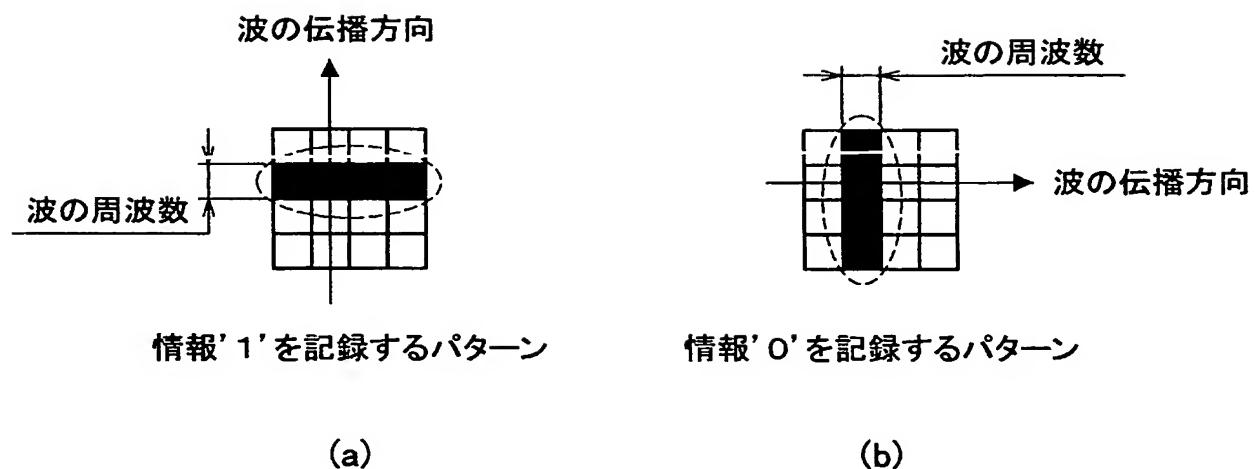
0 1 1 0
1 0 1 1
1 1 0 0

埋め込む情報



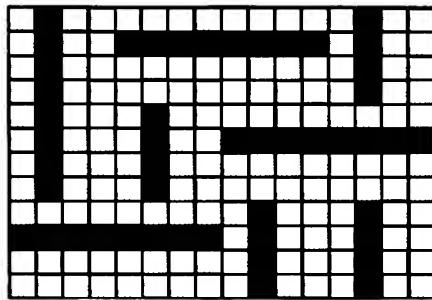
埋め込むパターン

[図27]



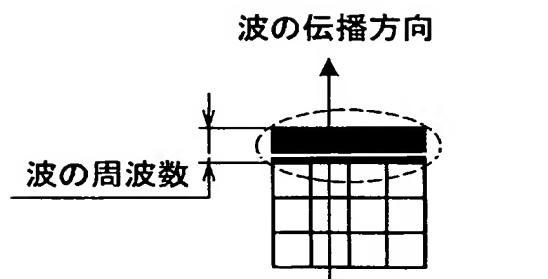
0 1 1 0
1 0 1 1
1 1 0 0

埋め込む情報



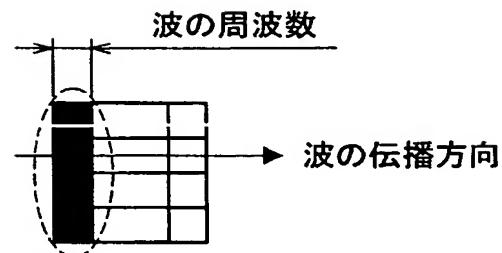
(c)

[図28]



情報'1'を記録するパターン

(a)

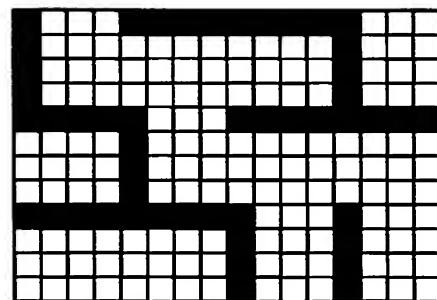


情報'0'を記録するパターン

(b)

0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0

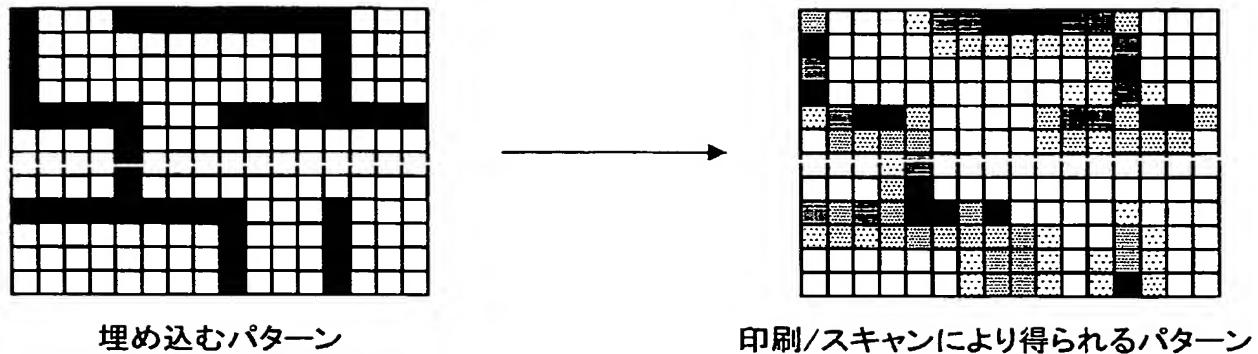
埋め込む情報



埋め込むパターン

(c)

[図29]



埋め込むパターン

印刷/スキャンにより得られるパターン

[図30]

$P_{0,0}$	$P_{1,0}$	$P_{2,0}$	$P_{3,0}$
$P_{0,1}$	$P_{1,1}$	$P_{2,1}$	$P_{3,1}$
$P_{0,2}$	$P_{1,2}$	$P_{2,2}$	$P_{3,2}$
$P_{0,3}$	$P_{1,3}$	$P_{2,3}$	$P_{3,3}$

フィルタ処理マスク

$P_{0,0}$	$P_{1,0}$	$P_{2,0}$	$P_{3,0}$
$P_{0,1}$	$P_{1,1}$	$P_{2,1}$	$P_{3,1}$
$P_{0,2}$	$P_{1,2}$	$P_{2,2}$	$P_{3,2}$
$P_{0,3}$	$P_{1,3}$	$P_{2,3}$	$P_{3,3}$

フィルタ出力が
正のパターン

$P_{0,0}$	$P_{1,0}$	$P_{2,0}$	$P_{3,0}$
$P_{0,1}$	$P_{1,1}$	$P_{2,1}$	$P_{3,1}$
$P_{0,2}$	$P_{1,2}$	$P_{2,2}$	$P_{3,2}$
$P_{0,3}$	$P_{1,3}$	$P_{2,3}$	$P_{3,3}$

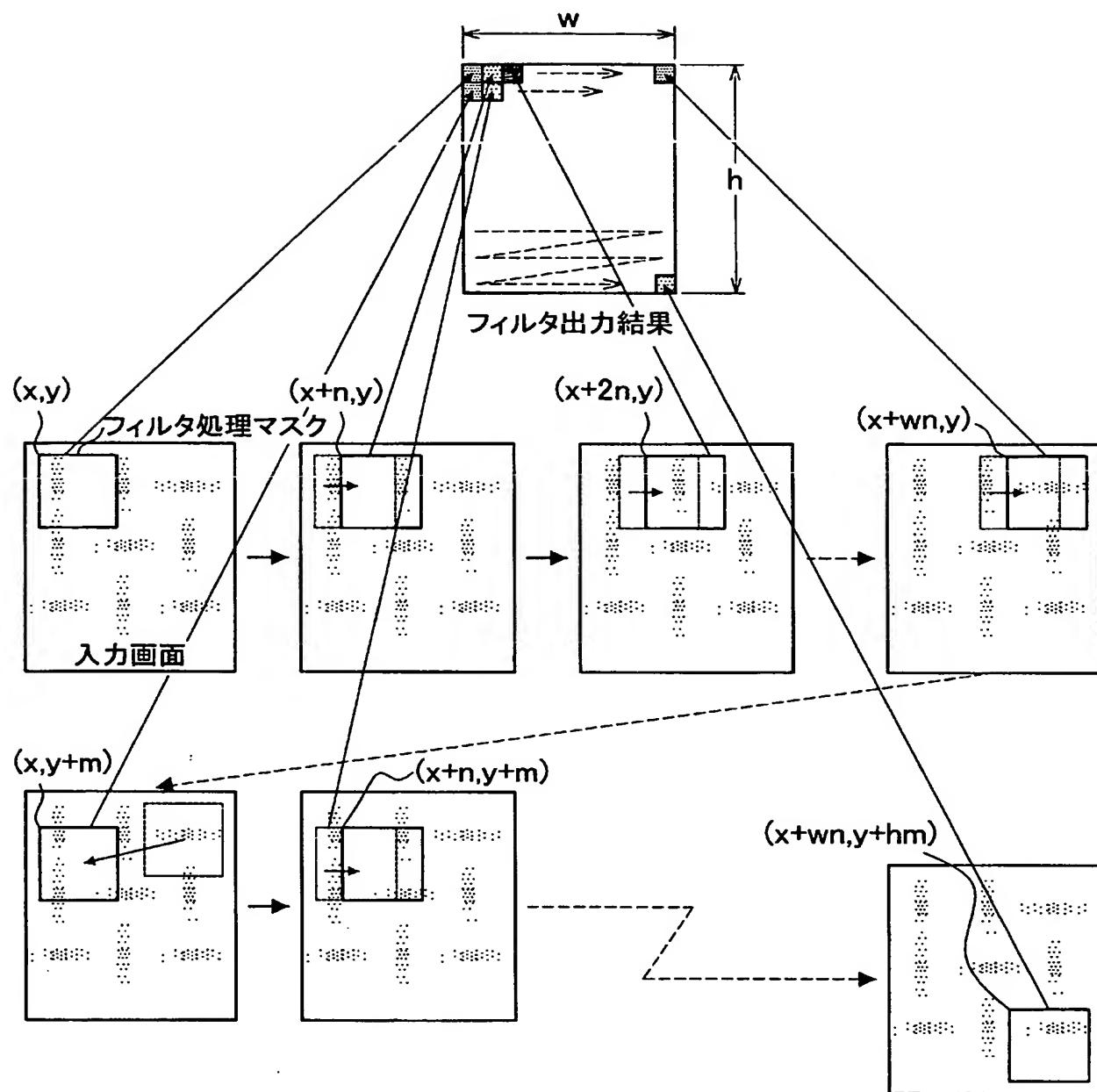
フィルタ出力が
負のパターン

(a)

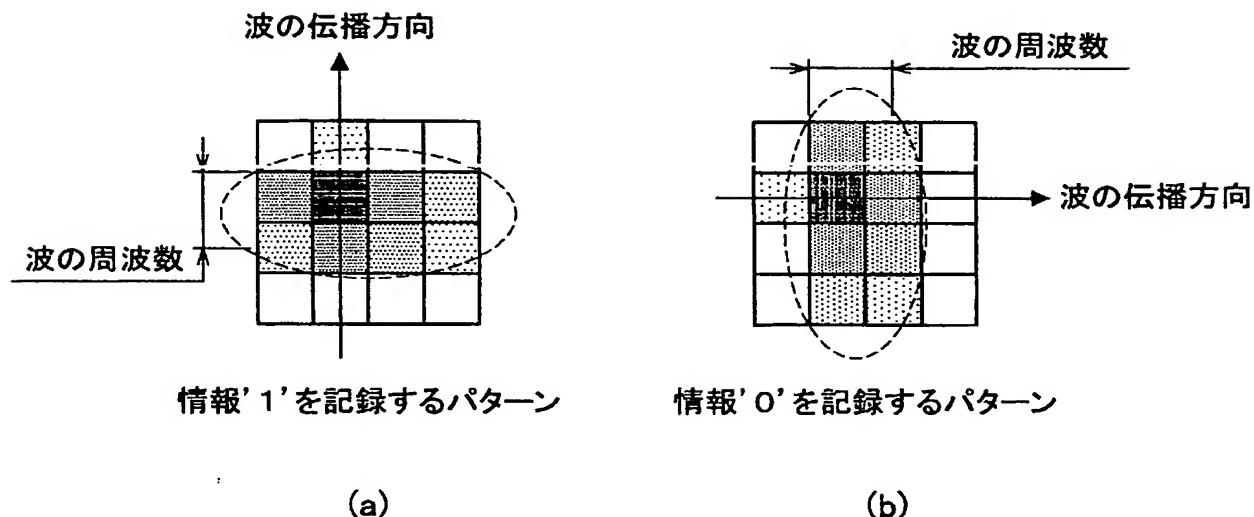
(b)

(c)

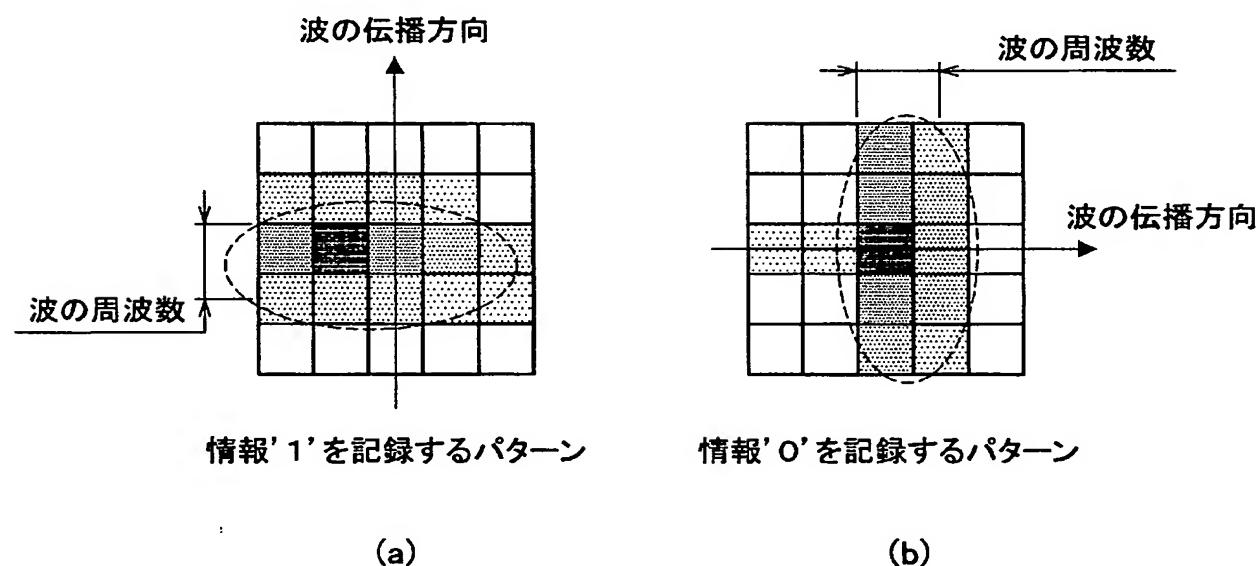
[図31]



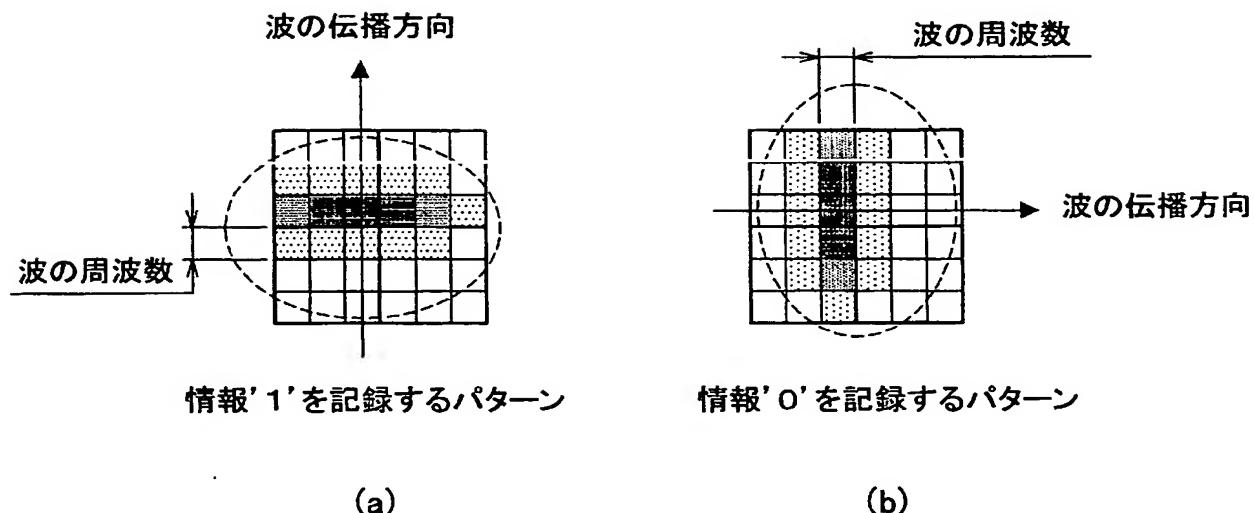
[図32]



[図33]



[図34]



[図35]

$P_{0,0}$	$P_{1,0}$	$P_{2,0}$
$P_{0,1}$	$P_{1,1}$	$P_{2,1}$
$P_{0,2}$	$P_{1,2}$	$P_{2,2}$

フィルタ処理マスク

$P_{0,0}$	$P_{1,0}$	$P_{2,0}$
$P_{0,1}$	$P_{1,1}$	$P_{2,1}$
$P_{0,2}$	$P_{1,2}$	$P_{2,2}$

フィルタ出力が正のパターン

$P_{0,0}$	$P_{1,0}$	$P_{2,0}$
$P_{0,1}$	$P_{1,1}$	$P_{2,1}$
$P_{0,2}$	$P_{1,2}$	$P_{2,2}$

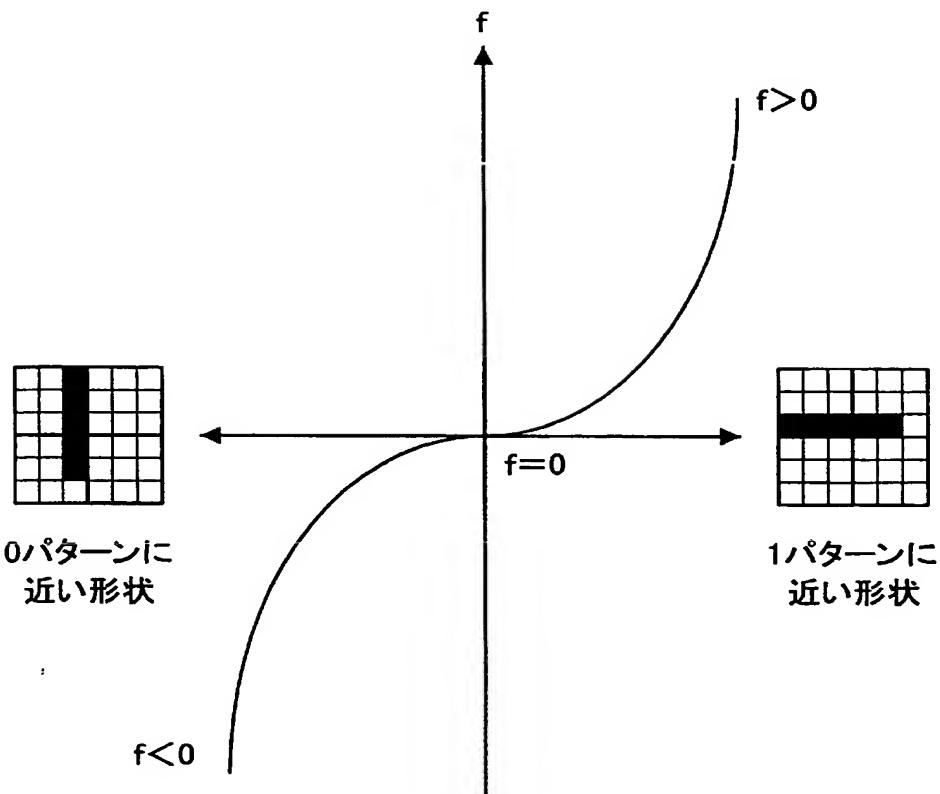
フィルタ出力が負のパターン

(a)

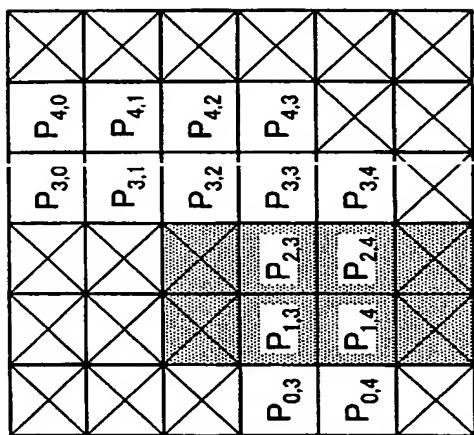
(b)

(c)

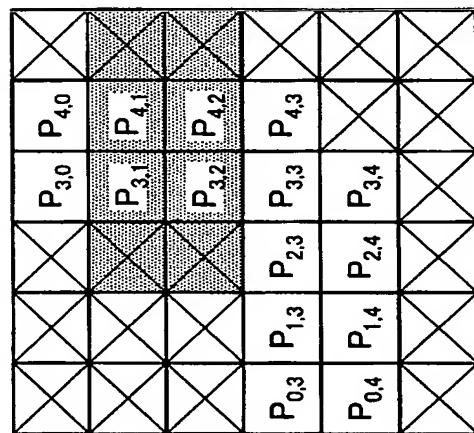
[図36]



[図37]



フィルタ処理結果が
正のパターン



フィルタ処理マスク

(a)

(b)

(c)

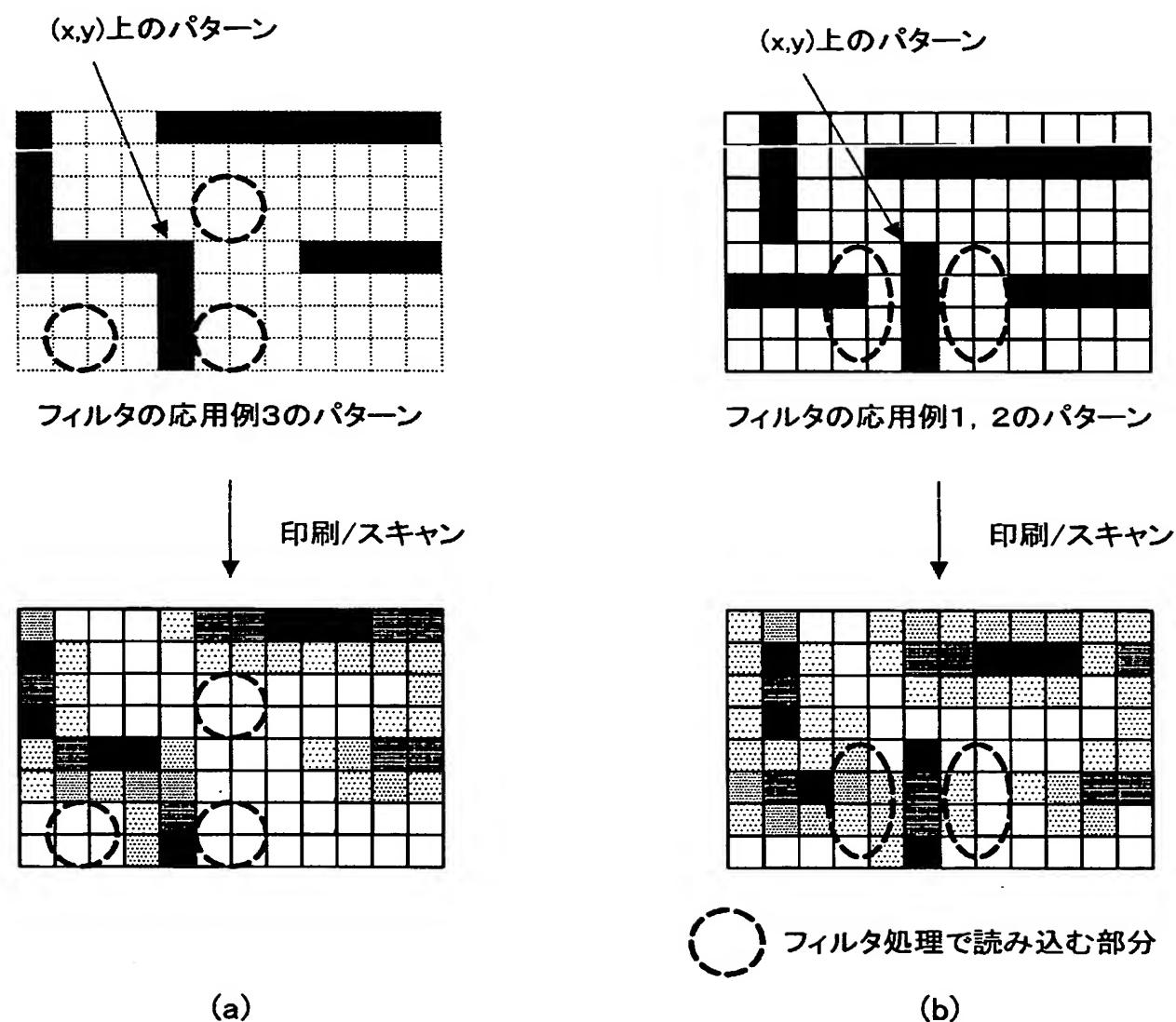


フィルタ処理結果が
負のパターン

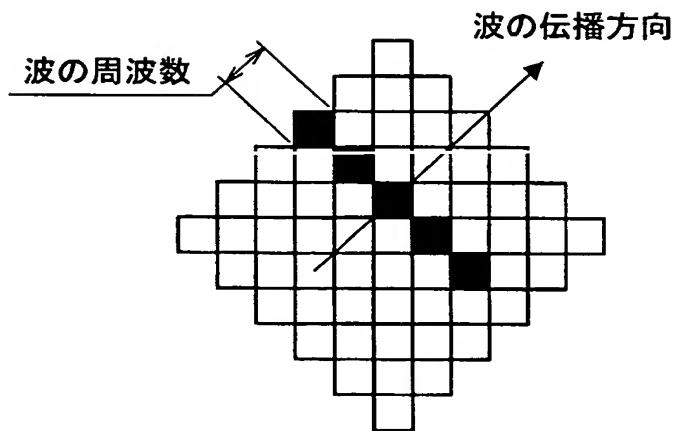


P _{0,0}	P _{1,0}	P _{2,0}	P _{3,0}	P _{4,0}	P _{5,0}
P _{0,1}	P _{1,1}	P _{2,1}	P _{3,1}	P _{4,1}	P _{5,1}
P _{0,2}	P _{1,2}	P _{2,2}	P _{3,2}	P _{4,2}	P _{5,2}
P _{0,3}	P _{1,3}	P _{2,3}	P _{3,3}	P _{4,3}	P _{5,3}
P _{0,4}	P _{1,4}	P _{2,4}	P _{3,4}	P _{4,4}	P _{5,4}
P _{0,5}	P _{1,5}	P _{2,5}	P _{3,5}	P _{4,5}	P _{5,5}

[図38]

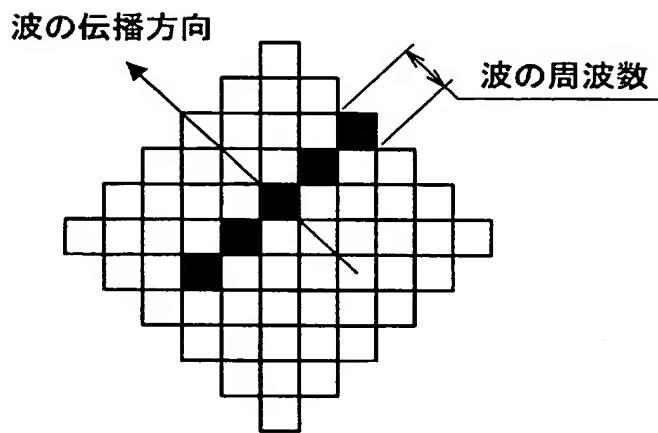


[図39]



情報' 1' を記録するパターン

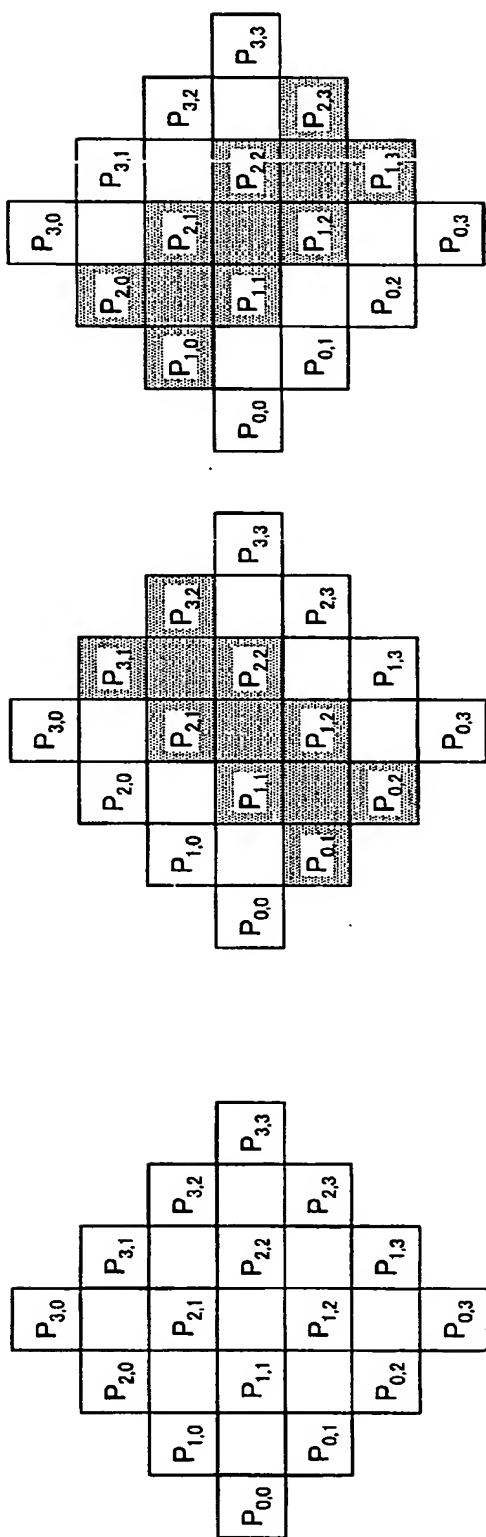
(a)



情報' 0' を記録するパターン

(b)

[図40]



フィルタ出力が
負のパターン

(c)

フィルタ出力が
正のパターン

(b)

フィルタ処理マスク
(600dpi印刷/
400dpiスキャンの場合)

(a)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.C1⁷ H04N1/387

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.C1⁷ H04N1/387

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-209676 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 25 July, 2003 (25.07.03), Par Nos. [0026] to [0092]; Figs. 1 to 19 (Family: none)	1-3, 14-25, 36-47 4-13, 26-35, 48-55
X	JP 2003-101762 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 04 April, 2003 (04.04.03), Par Nos. [0030] to [0109]; Figs. 1 to 20 & US 2003/0021442 A1	1-3, 14-25, 36-47 4-13, 26-35, 48-55
Y	JP 2003-283790 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 03 October, 2003 (03.10.03), Par Nos. [0147] to [0148]; Fig. 14 & US 2003/0179412 A1	4-13, 26-35, 48-55

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 December, 2004 (10.12.04)Date of mailing of the international search report
11 January, 2005 (11.01.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016300

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-280469 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 03 October, 2003 (03.10.03), Par Nos. [0175] to [0176]; Fig. 15 & US 2003/0179399 A1	4-13, 26-35, 48-55
A	JP 2001-346032 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 14 December, 2001 (14.12.01), Fig. 2 (Family: none)	1-55
A	JP 2002-204350 A (Canon Inc.), 19 July, 2002 (19.07.02), Fig. 17 & US 2002/0085238 A1	1-55
A	JP 2001-103286 A (Canon Inc.), 13 April, 2001 (13.04.01), Figs. 5 to 10 (Family: none)	1-55
A	JP 10-304179 A (Canon Inc.), 13 November, 1998 (13.11.98), Figs. 6 to 11 & JP 10-243222 A & US 6384935 B1	1-55

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 H04N1/387

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 H04N1/387

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2003-209676 A (沖電気工業株式会社) 2003.07.25, 【0026】-【0092】，第1図-第 19図 (ファミリーなし)	1-3, 14 -25, 36 -47
Y		4-13, 2 6-35, 4 8-55

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.12.2004

国際調査報告の発送日

11.1.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

仲間 晃

5V 3359

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

C(続き)	関連すると認められる文献	関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
X	JP 2003-101762 A (沖電気工業株式会社) 2003. 04. 04, 【0030】-【0109】，第1図-第 20図 & US 2003/0021442 A1	1-3, 14 -25, 36 -47
Y		4-13, 2 6-35, 4 8-55
Y	JP 2003-283790 A (富士ゼロックス株式会社) 2003. 10. 03, 【0147】-【0148】，第14図 & US 2003/0179412 A1	4-13, 2 6-35, 4 8-55
Y	JP 2003-280469 A (富士ゼロックス株式会社) 2003. 10. 03, 【0175】-【0176】，第15図 & US 2003/0179399 A1	4-13, 2 6-35, 4 8-55
A	JP 2001-346032 A (富士ゼロックス株式会社) 2001. 12. 14, 第2図 (ファミリーなし)	1-55
A	JP 2002-204350 A (キャノン株式会社) 2002. 07. 19, 第17図 & US 2002/0085238 A1	1-55
A	JP 2001-103286 A (キャノン株式会社) 2001. 04. 13, 第5図-第10図 (ファミリーなし)	1-55
A	JP 10-304179 A (キャノン株式会社) 1998. 11. 13, 第6図-第11図 & JP 10-243222 A & US 6384935 B1	1-55